



الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة التصميم الميكانيكي

أطروحة لنيل درجة الماجستير في التصميم وبناء الالات

عنوان

"تطوير آلية التخلص من النفايات الطبية الصلبة"

"Developing a Mechanism for the Disposal
of Solid Medical Waste"

إعداد

المهندس محمد وائل عمر الكيال

إشراف

المشرف المشارك
الأستاذ المساعد الدكتور
مصطفى الموالدي

المشرف العلمي
الأستاذ المساعد الدكتور
خالد شرف

كلمة شكر وتقدير

ابداً بحمد الله عز وجل الذي وفقني لإتمام هذا البحث

أتوجه بالشكر الجزييل إلى أسرة كلية هندسة الكهرباء والميكانيك ممثلة بالأستاذ الدكتور

حسين علي تينة عميد كلية هندسة الكهرباء والميكانيك والأستاذ الدكتور محمودبني

مرجعه رئيس قسم هندسة التصميم الميكانيكي

أسمى باقات الشكر والعرفان إلى من يعطي طلابه الغيوم والمطر

كل العبارات والكلمات لا توفي حقك بالتقدير والاحترام ... بعد أن احتويتني بعلمك

وصبرك إلى أستاذِي ومشرفِي الأستاذ الدكتور خالد شرف .

كل الشكر والاحترام إلى الأستاذ الدكتور مصطفى الموالدي الذي أغنى بحثي

بملاحظاته القيمة ... ومد لي يد العون والمساعدة في بداية بحثي ... له مني عظيم

الشكر و الامتنان.

واختتم شكري وتقديري للذين سطرت معهم أروع معاني الصداقة والأخوة وصديقاتي

وأصدقائي الذين وقفوا معي وشجعوني على تحمل الصعاب طيلة فترة بحثي ...

الإهاداء

إلى الشمس الذي أدهنت حياتي بحبها وحنانها

إلى التي احتاج عدة حيوانات فوق حياتي حتى أوفيها بعض عطائها

والدتي الغالية

إلى بحر العطاء الذي لا ينضب ... إلى من ضحى وتفاني

إلى الذي لا مثيل له في طيبة قلبه وحنانه

والدي الحبيب

إلى من لا تكتمل فرحتي إلا بفرحتهم...

ولا قوتي إلا بهم ...

إخوتي

لؤي ، عبير ، ديانا

ألين ، سيلينا

١	الملخص
٢	Abstract
٣	المقدمة
٩	الفصل الأول: الدراسة المرجعية
١٠	١- النفايات الطبية والأوبئة الفتاكه
١٦	٢- المخطط التوجيهي لإدارة النفايات الصلبة في سوريا
١٧	٣- إستراتيجية إدارة النفايات الطبية في سوريا
١٨	٤- تنفيذ مشاريع إدارة النفايات الطبية حسب المخطط التوجيهي
١٩	٥- الدليل العام لإدارة النفايات الطبية في سوريا
٢١	٦- عدم الفرز الدقيق للنفايات الطبية
٢٤	الفصل الثاني: النفايات الطبية وتصنيفها وكيفية التعامل معها
٢٥	١- تعريف وتصنيف النفايات
٢٦	٢- إدارة النفايات الطبية في سوريا
٣٣	٣- التأثيرات الصحية والبيئية للنفايات الطبية
٣٣	٤- مراحل الإدارة الآمنة للنفايات
٣٧	٥- مراحل التنظيم الإداري للنفايات الطبية في المستشفى
٣٧	٦- التقليل من النفايات الطبية
٣٨	٧- الأوتوكلاف
٣٨	٨- المخلفات الطبية المختلطة
٤٠	٩- قائمة النفايات الطبية وفق نظام إدارة نفايات الرعاية الصحية في الجمهورية العربية
٤٠	السورية
٤١	٩- ١- تصنیف نفايات الرعاية الصحية الخطيرة
٤٢	٩- ١- ١- النفايات المعدية
٤٢	٩- ١- ٢- النفايات الممرضة (الباثولوجية)
٤٣	٩- ١- ٣- النفايات الحادة
٤٣	٩- ١- ٤- النفايات الصيدلانية
٤٣	٩- ١- ٥- النفايات السامة للجينات

٤٤.....	٢ - ٩ - ١ - ٦ النفايات الكيميائية.....
٤٦.....	٢ - ٩ - ١ - ٧ النفايات التي تحتوي على نسب عالية من المعادن الثقيلة
٤٦.....	٢ - ٩ - ١ - ٨ العبوات المضغوطة.....
٤٧.....	٢ - ٩ - ١ - ٩ النفايات المشعة.....
٥٠.....	٢ - ١٠ الأشخاص الأكثر عرضة للإصابات.....
٥٠.....	٢ - ١١ مصادر النفايات الطبية.....
٥١.....	٢ - ١٢ أخطار النفايات الطبية.....
٥٤.....	٢ - ١٣ غياب التشريعات والأنظمة.....
٥٦.....	٢ - ١٤ طرائق التعامل السليم مع المخلفات الطبية.....
٦٥.....	٢ - ١٥ طرائق التخلص من النفايات الصلبة ونفايات المستشفيات.....
٦٦.....	٢ - ١٥ - ١ الردم (الطمر).....
٦٩.....	٢ - ١٥ - ٢ الحرق (Incineration).....
٨٤.....	٢ - ١٥ - ٣ معالجة النفايات.....
٨٤.....	٢ - ١٥ - ٣ - ١ التعقيم بالحرارة الرطبة (Steam Sterilization).....
٨٤.....	٢ - ١٥ - ٣ - ٢ تكنولوجيا معالجة النفايات الطبية الخطرة الهايدروكلاف (Hydroclave).....
٨٥.....	٢ - ١٥ - ٣ - ٢ - ١ مراحل دورة التعقيم.....
٨٧.....	٢ - ١٥ - ٣ - ٢ - ٢ كيفية اختيار الهايدروكلاف المناسب.....
٨٨.....	٢ - ١٥ - ٣ - ٢ - ٣ مزايا نظام الهايدروكلاف.....
٩١.....	٢ - ١٥ - ٣ - ٣ التعقيم بالحرارة الجافة (Dry Heat Sterilization).....
٩١.....	٢ - ١٥ - ٣ - ٤ التعقيم الكيماوي (Chemical Disinfection).....
٩١.....	٢ - ١٥ - ٤ التخزين (Storage).....
٩٢.....	٢ - ١٥ - ٥ التخلص عن طريق التغليف في كبسولات (Encapsulation).....
٩٢.....	٢ - ١٥ - ٦ العزل الجيولوجي (Geological Isolation).....
٩٢.....	٢ - ١٥ - ٧ التخلص عن طريق الآبار العميقه (Deep Well Disposal).....
٩٣.....	٢ - ١٥ - ٨ إعادة التدوير (Recycling).....
٩٣.....	٢ - ١٥ - ٩ التثبيت (Inertization).....
٩٣.....	٢ - ١٥ - ١٠ التحلل العضوي (Composting).....

٢ - ١٥ - ١١ التقطير.....	٩٣
٢ - ١٥ - ١٢ الترشيح (Filtration).....	٩٤
٢ - ١٥ - ١٣ الإشعاع (Microwave radiation).....	٩٤
الفصل الثالث: الجزء العملي تطوير جهاز الاوتوكليف للقضاء على نفاثات المستشفيات	
٢ - ١ - ١ إدارة النفايات الطبية في المشافي المدروسة في محافظة ريف دمشق.....	٩٥
٢ - ١ - ٢ فرز النفايات الطبية وجمعها.....	٩٦
٢ - ١ - ٣ نقل النفايات الطبية.....	٩٨
٢ - ١ - ٤ تخزين النفايات الطبية.....	٩٨
٢ - ١ - ٥ كمية النفايات الطبية الناتجة عن المشافي المدروسة في محافظة ريف دمشق... ١٠٠	١٠٠
٢ - ١ - ٦ دراسة الرماد الناتج عن عملية حرق النفايات الطبية الصلبة..... ١١٥	١١٥
٢ - ١ - ٧ معالجة النفايات الطبية.....	١١٧
٢ - ١ - ٨ منظمة الصحة العالمية (الأخطار وشروط الحرق)..... ١٢٠	١٢٠
٢ - ١ - ٩ الطريقة المقترنة لمعالجة النفايات الطبية الخطيرة في مشافي محافظة ريف دمشق..... ١٢١	١٢١
٢ - ١ - ١٠ مقارنة اقتصادية بين معالجة مركزية ولا مركزية بتقنيات غير حارقة ١٢٢	١٢٢
٢ - ١ - ١١ التعقيم باستخدام جهاز الاوتوكلاف..... ١٢٥	١٢٥
٢ - ١ - ١٢ مزايا التعقيم..... ١٢٥	١٢٥
٢ - ١ - ١٣ طرق التعقيم..... ١٢٥	١٢٥
٢ - ١ - ١٤ - ١ التعقيم بالحرارة الجافة..... ١٢٥	١٢٥
٢ - ١ - ١٤ - ٢ الحرارة الرطبة..... ١٢٧	١٢٧
٢ - ١ - ١٥ أنواع الأوتوكلاف..... ١٣٠	١٣٠
٢ - ١ - ١٦ خطوات التعقيم بالاوتوكلاف..... ١٣٠	١٣٠
٢ - ١ - ١٧ مخططات جهاز الاوتوكليف في مكب نجها..... ١٣٣	١٣٣
٢ - ١ - ١٨ تطوير جهاز الاوتوكليف للقضاء على نفاثات المستشفيات والتخلص منها وتحويلها إلى مخلفات منزليه..... ١٣٦	١٣٦
٢ - ١ - ١٩ تعقيم وتمزيق النفايات الطبية الصلبة..... ١٣٧	١٣٧

١٣٩	٣ - ٢ - ٩ المؤثقة.....
١٤١	٣ - ٣ - ١٤ بعض الملاحظات الخاصة بنظام الاوتوكليف مقارنة بنظام الآلة بعد التعديل..
١٤٣	الدراسة التصميمية.....
١٤٦	تصميم العامود.....
١٥٢	اختيار المحامل الدحروجية
١٥٥	دراسة المستناد.....
١٦١	تصميم الخواص.....
١٦٢	اختيار الجنزير.....
١٦٧	رسوم الفرامة.....
١٧٣	الملاحق.....
١٧٤	الزيارات الميدانية لمحرقه دمشق.....
١٨٠	الزيارات الميدانية لمكتب نجها (جهاز الاوتوكليف) التابعة لمحافظي دمشق وريفها.....
١٨٥	المراسلات التي تمت بين دائرة معالجة النفايات الصلبة والمؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي بدمشق.....
١٨٩	النتائج والتوصيات.....
١٩٥	مسرد المصطلحات العلمية.....
١٩٩	المراجع (Reference)

الملخص:

يعد البحث في موضوع النفايات الطبية من البحوث البيئية المهمة نظراً للأخطار البيئية التي يمكن أن تحدث بسبب غياب الإدارة السليمة للنفايات الطبية داخل المشافي والمرافق الطبية وخارجها .. ولا يكفي أن تومن للمريض العلاج والدواء فقط بل من الواجب حمايته ومعه الأطر الطبية وجميع العاملين في المشافي من أخطار النفايات الطبية وذلك باقتراح الحلول المناسبة لجمع هذه النفايات ونقلها والتخلص النهائي منها.

يحتاج التعامل مع النفايات الطبية إلى كوادر لديها المعرفة الكاملة بخصائص هذه النفايات وأساليب التعامل معها بدءاً من مصدر إنتاج هذه النفايات وانتهاء بمعالجتها والتخلص النهائي منها وذلك تحقيقاً لمبدأ الإدارة المتكاملة للتخلص الآمن من هذه النفايات وخاصة أن العاملين في المجال الصحي هم أول ضحايا التأثيرات السلبية لهذه النفايات.

في موضوع البحث، تم دراسة واقع إدارة النفايات الطبية في سوريا، وتم التركيز على خمسة مشافي تابعة لمديرية الصحة في محافظة ريف دمشق، حيث تم مايلي :

١. تمت الدراسة الإحصائية والرقابية على مدار ستة أشهر.
٢. فرز النفايات وتصنيفها، وزنها يومياً لتحديد كميتها.
٣. تدوين الكميات يومياً .
٤. اجراء كامل الحسابات المتعلقة بمتوسط النفايات الطبية الصلبة ومتوسط النفايات الكلية لكل سرير (كغ/اليوم/سرير).
٥. تحليل عينات من رماد محارق النفايات الطبية بهدف معرفة نسب كميات المعادن الثقيلة الخطرة الموجودة فيها.
٦. تطوير الفرامة لتفتيت النفايات الصلبة لمساعدة الله الاوتوكليف في التعقيم الكامل للنفايات.

Abstract

Abstract:

The research in medical wastes is considered an important environmental mission, because of the environmental hazards that can occur due to lack of proper management of medical waste inside and outside of hospitals, and medical centers...

Providing patients with treatment and medicine is not enough any more, it becomes our duty to protect them as well the medical frameworks and all workers in the hospitals from the dangers of medical waste, by proposing appropriate solutions to collect, transfer and disposal of such wastes utterly.

Dealing with medical wastes needs cadres to have full knowledge of the characteristics of such wastes and the methods of dealing with, from the source of production of these wastes, then processing until get rid of, in order to achieve the principle of integrated management for safe disposal of these wastes, especially the workers in health field are among first victims of the negative effects of these wastes.

In our research, we have studied the reality of medical waste management in Syria, concentrating on five hospitals belonging to the Directorate of Health in the province of Damascus countryside.

1. The statistical and control studies have been done over six months.
2. the research has included waste sorting, classification.
3. weight per day and quantification, then codification of the quantities per day and make full accounts of an average of solid medical waste, and the average of total waste per bed (kg / day / bed.)
4. In addition, we have made analysis of samples from the ashes of medical waste incinerators in order to know the ratios quantities of hazardous heavy metals contained therein.
5. also we have developed shredder to break down the solid waste and help autoclave to make full sterilization of waste.
6. Develop Laframa to break solid waste Msaah the autoclaving machine in full sterilization of waste.

المقدمة:

برزت في السنوات الأخيرة من القرن العشرين مشكلة أخرى لنوع آخر من المخلفات لا تقل خطورتها عن المخلفات النووية والكيميائية ألا وهي المخلفات الطبية، التي عرفتها منظمة الصحة العالمية بأنها تلك المخلفات الناتجة من عمليات علاج المرضى والمناولة داخل أقسام المرافق الصحية ومراكز البحث، حيث قسمت هذه المخلفات إلى مخلفات خطيرة وتشكل حوالي 25% - 10 من مجموع المخلفات الطبية عموماً. وتجلت أهمية التخلص الآمن من النفايات الطبية في المنشآت الصحية بعد أن ثبت علمياً أن عدم وجود إدارة فاعلة للتخلص من هذه النفايات يسبب أمراضًا كثيرة من أخطرها الإيدز والالتهاب الكبدي (ب) ومرض السل، إضافة إلى تأثير هذه النفايات على برامج مكافحة العدوى في المستشفيات وتأثيرها السلبي على اقتصاديات الصحة.

المخلفات الطبية الخطيرة هي المحتوية على عوامل المرض والتي يمكنها إحداث الإصابة في الإنسان من جهة والحاق الضرر بالبيئة المحيطة من جهة ثانية، لذلك بدأت بعض الدول في البحث عن مكمن المشكلة ومحاولة وضع أسس للتخلص منها أو تقليل أثرها، وأنشأت لهذا الغرض منظمات وهيئات لمتابعة ظاهرة خطر المخلفات الطبية ووضع خطط وبرامج لتنظيم عمليات جمع ونقل وكيفية التخلص من تلك المخلفات والبحث عن سبل تطوير المفاهيم القائمة لرفع مستوى أداء الأشخاص القائمين على تلك العمليات.

في الولايات المتحدة على سبيل المثال أنشأت عدة منظمات تهتم بظاهرة المخلفات الطبية مثل الجمعية الأمريكية للحد من خطورة المخلفات الطبية والتي من مهامها متابعة نشاط المؤسسات الطبية ومتابعة طرقها للتخلص من المخلفات الناتجة عنها بعد ازدياد حالات الإصابة بين

العاملين في الحقل الصحي نتيجة للمداولة الخاطئة للمخلفات، في إحصائيات لمنظمة الصحة العالمية سنة ٢٠٠٠ كشفت على حوالي ١٦٠٠٠ حالة إصابة بفيروس الإيدز عن طريق استعمال الحقن غير الآمن وحوالي (١٦ - ٨) مليون حالة بفيروس التهاب الكبد الباي ومن ٢,٣ - ٤ مليون مصاب بفيروس التهاب الكبد الجيمي من نفس السبب.

ازداد الاهتمام بهذه المشكلة حتى شمل جميع دول الاتحاد الأوروبي، إذ ازدادت المبادرات التي تدعو إلى إيجاد حلول فعالة وأساليب وقائية سواء للعاملين داخل المرافق الصحية أو عمال النظافة ووضع ضوابط لإجبار المؤسسات الصحية على إتباعها للتقليل من خطر التعرض للمخلفات الطبية وبحث السبل التي تزيد من الوعي العام لهذا الخطر عن طريق إقامة الدورات التدريبية والتنفيذية للعناصر الطبية على حد سواء.

منذ ثمانينيات القرن الماضي اهتمت دول العالم وبالاخص الدول المتقدمة بطرق التخلص من النفايات الطبية خاصة بعد أن ثبتت خطورتها على الصحة في نقل الأمراض التي أشير لها سابقاً، لذلك أوجدت دول الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية وكندا معايير ومقاييس لكيفية التعامل مع النفايات الطبية بماً من مصادر إنتاجها في المنشآت الصحية وانتهاءً بمعالجة هذه النفايات والتخلص منها، ونتيجة لتنفيذ القوانين البيئية الصارمة الخاصة بطرق المعالجة، فقد توسيع هذه الدول في دراسة التقنيات البديلة التي تتميز بالكفاءة في معالجة هذا النوع من النفايات، وفي نفس الوقت التحكم بمخرجاتها لتصبح غير ضارة بالبيئة، وبالتالي كان هناك استخدام واسع لتقنيات الميكروبيف والأتوكلاف في معالجة النفايات الطبية كما أن المحارق التي لا تتوافق انبعاثتها مع المقاييس البيئية قد تم إيقافها كما سبق الإشارة إلى ذلك. [١]

وادراكاً لخطورة النفايات الطبية فقد سعت العديد من الدول المتقدمة إلى سن القوانين التي تحكم وتنظم كيفية التعامل معها، كما أن المختصين والعاملين في مجال الصحة والبيئة أخذوا في التوسع في دراسة الخصائص الميكروبيولوجية والكيميائية لهذه النفايات، مما حدا بالشركات المتخصصة في مجالات البيئة والنفايات الخطرة إلى الاستثمار الواسع في تطوير تقنيات معالجة هذه النفايات بما يتوافق مع القوانين والأنظمة البيئية الحديثة. وقد اهتمت العديد من المنشآت الصحية وما يتعلق بها من مراكز أبحاث ومصانع أدوية وغيرها من المراكز ذات العلاقة، بتطبيق الإدارة السليمة للنفايات الطبية وتلافيًا لتأثير هذه النفايات في الصحة العامة باعتبار ذلك واجباً مهنياً وأخلاقياً بالإضافة إلى كون ذلك استجابةً إلى تطبيق التشريعات والقوانين الوطنية الملزمة.

إن اهتمام وادراك دول العالم الثالث للمشكلة وخطورتها جاء متأخرًا، حيث بدأت بعض الدول مثل الهند ومصر والأرجنتين وبعض الدول الأفريقية في وضع المخلفات الطبية ضمن برامجها للمحافظة على البيئة، وتعتبر الهند السباقة في هذا المجال، حيث أنشأت المنظمات والهيئات التي تشرف على عملية التعامل مع المخلفات الطبية والتسيير مع هيئة الأمم المتحدة على وضع برامج مستقبلية لعلاج هذه المشكلة [2].

يحتاج التعامل مع النفايات الطبية إلى كوادر لديها المعرفة الكاملة بخصائص هذه النفايات وأساليب التعامل معها بدءاً من مصدر إنتاج هذه النفايات وانتهاء بمعالجتها والتخلص النهائي منها وذلك تحقيقاً لمبدأ الإدارة المتكاملة للتخلص الآمن من هذه النفايات وخاصة أن العاملين في المجال الصحي هم أول ضحايا التأثيرات السلبية لهذه النفايات. [٣]

تواجه مسألة تطبيق الإدارة السليمة والمتكاملة للنفايات الصلبة في الوطن العربي بشكل عام تحديات وعوائق على الأصعدة الفنية والمالية والإدارية، ماعدا بعض البلدان القليلة في المنطقة العربية، التي اتخذت بعض الإجراءات وفقاً لاشتراطات منظمة الصحة العالمية وجمعيات حماية البيئة، لكن ما يزيد المشكلة صعوبة، هو عدم وجود بيانات معلوماتية أو إحصائية دقيقة أو عمليات جرد موثقة عن كميات هذه النفايات التي تنتج في هذه الدول بقطاعاتها المختلفة، ولا بد هنا من الإشارة أيضاً إلى أنه باستثناء بعض الدول المتميزة اقتصادياً فإن أعداد المرافق الفنية المتوفرة والمخصصة لنقل وتخزين ومعالجة وردم أو ترميم النفايات الصلبة هي قليلة جداً في الوطن العربي. [٤]

وفي سبيل مواجهة تلك المشكلات المتعلقة بالازدياد المضطرب في كميات النفايات واختلاف أنواعها مع تطور وتغير أنماط الاستهلاك، لا بد من إتباع منهجية علمية متكاملة على المستويات المحلية والوطنية والإقليمية وتنفيذها حسب ما تقتضيه الحاجات والأولويات السائدة التي تفرضها الظروف الاقتصادية والاجتماعية.

يعد البحث في موضوع النفايات الطبية من البحوث البيئية المهمة نظراً للأخطار البيئية التي يمكن أن تحدث بسبب غياب الإدارة السليمة للنفايات الطبية داخل المشافي والمرافق الطبية وخارجها .. ولا يكفي أن تؤمن للمريض العلاج والدواء فقط، بل من الواجب حمايته ومعه الأطر الطبية وجميع العاملين في المشافي من أخطار النفايات الطبية وذلك باقتراح الحلول المناسبة لجمع هذه النفايات وفرزها ونقلها والتخلص النهائي منها. [٣]

في الوقت الراهن أصبحت مشكلة النفايات الطبية العامة والصلبة بشكل خاص تستلزم تضافر الجهود والتنسيق والتعاون التام والمستمر بين الوزارات المختصة والإدارات المختلفة من باحثين

وعلماء وأطباء وبيئيين وعمال وسياسيين، خاصة وإن كميات النفايات في تزايد مستمر نتيجة ازدياد عدد سكان العالم وبالتالي زيادة عدد مراكز الرعاية الصحية، ولذلك فإن عدم اتباع الإجراءات والطرق العلمية والفنية في جمع النفايات وفرزها ونقلها ومعالجتها وإعادة الاستخدام والتدوير يؤدي إلى أضرار صحية واجتماعية واقتصادية، فضلاً عن تلوث الهواء والترية والمياه الجوفية والسطحية.

تعد مشكلة النفايات الطبية إحدى أهم المشكلات البيئية الكبرى التي تضعها معظم دول العالم ضمن أولوياتها الإستراتيجية، وتوليه اهتماماً متزايداً نظراً لأنّارها الخطورة والضارة على الصحة العامة والبيئة، فضلاً عن آثارها الاقتصادية والاجتماعية السيئة. ومع ازدياد عدد مراكز الرعاية الصحية (مشافي، مستوصفات، عيادات شاملة، عيادات طبية خاصة، عيادات بيطريّة، معامل أدوية، صيدليات، مراكز بحث طبّية، مختبرات التصوير الإشعاعي...)، تتّوّعّت وازدادت كميات النفايات الطبية الناتجة عن تلك المراكز، وأصبحت عملية التخلص الآمن منها من أبرز المشاكل التي تواجه دول العالم قاطبة ومنها قطربنا العربي السوري، نظراً لما تشكّله هذه النفايات من أخطار على البيئة ومواردها الطبيعية وعلى صحة الإنسان وسلامته. لذلك أصدرت الجمهورية العربية السورية القانون رقم ٤٩ والقانون رقم ٥٠ اللذان يتّوازان حماية البيئة بشكل عام، وفي مجال النفايات الطبية فقد شكلت وزارة الصحة مديرية الرقابة الدوائية، وأصدرت اللجان الوزارية المنبثقة عن وزارة الصحة ووزارة البيئة ووزارة الإدارة المحلية بعض التشريعات والقوانين الخاصة بمعالجة النفايات الطبية حفاظاً على صحة وسلامة المجتمع من التأثير الضار لتلك النفايات، والذي يهمنا هو آلية التخلص الآمن من النفايات الطبية الصلبة (موضوع البحث).

لم تحظى النفايات الطبية في العالم العربي بدراسة عميقه سواء من حيث تحديد حجم النفايات الطبية وتصنيفها أو خصائصها أو الجوانب الأخرى مثل التشريعات وتدريب القوى العاملة ومن خلال تجربة ميدانية للباحثين في العديد من الدول العربية اتضح أن هناك ندرة في المعلومات والتقارير العلمية فيما عدا بعض الدراسات البسيطة والإحصائيات التي تقصصها الدقة. [6]

الفصل الأول :

الدراسة المرجعية

١- النفايات الطبية والأوئنة الفتاكه

تعرف النفايات الطبية الصلبة بأنها النفايات غير السائلة والناتجة عن ممارسة المشافي لدورها الرئيس في تقديم العلاج اللازم للمرضى والعناية بهم واجراء كافة المتطلبات الإدارية لتسهيل تلك المهمة [١، ٢]، وت تكون هذه النفايات من نوعين رئيسيين هما: النفايات العامة وتشمل مخلفات الطعام وبقايا الوجبات الغذائية المقدمة للمرضى الرافقين، وأوراق واستمرارات الفحص الطبي والعلاج، وصناديق الكرتون الذي تعبأ به الأدوات، والمستلزمات الطبية، ويشكل هذا النوع نسبة تتراوح بين ٩٠ - ٧٥٪ من مجموع النفايات الصلبة المتولدة. أما النفايات الطبية الخطيرة فت تكون من عدة أصناف كالنفايات الحادة، والمعدية، والمشعة والكيميائية وغيرها ، وهذه النفايات بدورها تتكون من القطن، والشاش، والكافوف، وقاناني الأدوية الفارغة، والأدوية المنتهية الصلاحية، والمشارط، والدبابيس وقطع أعضاء جسم الإنسان أو دمه وتشكل هذه النفايات نسبة تتراوح بين ٢٥- ١٠٪ من مجموع النفايات الصلبة الكلية وتمثل الجزء الخطر منها وذلك لقدرتها على نشر التلوث والإصابة بالأمراض إذا أسيء التعامل معها لذلك فهي تحتاج إلى أسلوباً خاصاً لإدارتها ومعالجتها [٣، ٤].

يعرف نظام إدارة النفايات الصلبة بأنه كافة الإجراءات المتخذة تجاه تلك النفايات ابتداءً من موقع تولدها وحتى معالجتها والتخلص منها [٦] .

وبالنسبة لنظام إدارة نفايات المستشفيات فهو واحد من أهم الأمور المهمة إدارياً في الدول النامية بشكل علم وسوريه بشكل خاص حيث ظل هذا الجانب مهملاً طيلة العقود السابقة إلى أن دعت منظمة الصحة العالمية ومنظمات حماية البيئة إلى ضرورة اتخاذ برنامج خاص لإدارة نفايات المستشفى باعتبار أن جزءاً من نفاياتها خطراً [٩].

وكما بينت بحوث ودراسات عديدة [١،٢،٦،٧] أن الحل الأمثل لأزمة النفايات الطبية الصلبة هو باعتماد خطوات عمل مختلفة للتعامل معها قبل التطرق لمعالجتها، حيث تبدأ الخطوة الأولى بفرز دقيق للنفايات الطبية عن النفايات العامة وتقليلها من موقع تولدها، كما بين بعض الباحثين على ضرورة وضع برنامج لمنع استعمال المواد الطبية الخطرة من خلال وضع قواعد للتمويل المسؤول لشراء مواد أقل خطورة تستعمل أكثر من مرة واحدة [٨]. أ، من خلال توفير الدعم المادي لشراء الأكياس والحاويات المخصصة لكل نوع من النفايات وبمواصفات تتضمن عدم تمزقها وتشققها أثناء عملية نقلها، وتوفير أماكن خزن للنفايات الطبية تتوافر فيها كافة الشروط الصحية من ناحية التهوية الجيدة ، وبعدها عن أشعة الشمس وعيوب الحيوانات السائبة [٩،١٠]، إضافة إلى نوعية الكوادر المتخصصة في نقل وجمع النفايات وضمان حمايتها من خطر التلوث والإصابة بالأمراض من خلال ارتداء الكفوف والكمامات، وعمل دورات تدريب خاصة في كيفية التعامل مع جمع ونقل النفايات، حيث أن عملية تدريب وتوسيع العمال في هذا المجال من شأنها أن تقلل من خطر التلوث الناجم عن النفايات بنسبة تتراوح بين (٤٠ - ٥٥٪).

أثبتت الدراسات والبحوث مسؤولية النفايات الطبية عن إحداث أمراض وأوبئة فتاكة وسريعة الانتشار؛ وبلا حظ أن عددا كبيرا من هذه الأمراض لا تتوافر لها طرق علاج بشكل نهائي، والعلاج الوحيد هو الوقاية منها فقط.

وتعد النفايات الطبية مخلفات ملوثة بالميکروبات تحتوي على مسببات المرض من بكتيريا وفيروسات وفطريات وغيرها، يتوجب علينا الحرص في التعاطي معها، ومحاولة تكوين منظومة صحية للأفراد

والبيئة، حتى في ظل شح الإمكانيات وعدم القدرة على توفير الأجهزة اللازمة للتخلص من النفايات الطبية بالطرق الآمنة.

تشير الدراسات الطبية إلى أن التعرض للمخلفات الطبية، قد ينتج عنه أمراض وجروح في غاية الخطورة بسبب احتواء بعضها على ميكروبات شديدة العدوى، أو لوجود مواد سامة للخلايا البشرية تسبب موتها أو طفرات لها، إضافة إلى كونها أدوية أو كيماويات خطيرة أو مواد مشعة، أو مواد حادة وقاطعة للأنسجة البشرية.

وحول طائق انتقال مسببات المرض من المخلفات الطبية، تؤكد الدراسات أن التعرض للمخلفات الطبية للمرضى المحتوية على كميات مختلفة ومتعددة من ميكروبات المرض من بكتيريا وفيروسات وفطريات وديدان يؤدي إلى إمكانية الإصابة بأمراض خطيرة للعاملين وللمرضى الآخرين، من خلال الوخذ أو قطع الجلد، أو عن طريق ملامسة الأغشية المخاطية، أو الاستنشاق أو البلع. لذلك تؤكد منظمة الصحة العالمية على أهمية التعاطي مع سلامة وصحة البيئة على محمل الجد وفي جميع المستويات، فالمخلفات الطبية تحمل جراثيم بكتيرية أو فيروسات قد تسبب انتقال العدوى بين الناس، إضافة إلى تلوث التربة والمياه.

وفيما يتعلق بمخلفات التحاليل الطبية، فإنها تنقسم إلى قسمين: صلبة كالسرنجات والأنبيب وعلب العينات، ويتم التخلص منها من خلال عزلها في صندوق خاص، لضمان عدم انتقال العدوى إلى فني المختبر، ونفايات سائلة مكونة من عينات المرضى من دم، وبول وبراز، وبعض المواد الكيماوية ومخلفات الجسم، حيث يتم وضعها في أكياس نايلون مقوية ومن ثم إغلاقها

بشكل محكم، ووضعها في وعاء محكم الإغلاق، ويجب أن يتم جمع هذه المخلفات في وعاء كبير، والخلص منها في مكب النفايات الرئيسي .

وفي هذا السياق يقول أمين عام منظمة الصحة العالمية: أشعر بالمسؤولية تجاه خطورة هذه النفايات، التي تؤدي إلى انتشار العديد من الأمراض، ولا يمكنني تركها في الحاويات العادلة وتعرض حياة المواطنين للخطر.

وفي سياق آخر، توضح منظمة الصحة العالمية أن معالجة مخلفات قسم الولادة، تتم من خلال عزل المشيمة "الخلاصة" في كيس خاص ومن ثم تجميدها في جهاز خاص للتجميد، وعند امتلائه يتم التخلص منها في مكب النفايات الرئيسي، موضحة أن وزن المشيمة يصل إلى (٥٠٠-٧٠٠) غرام. وحول مخلفات عيادات الأسنان، توضح منظمة الصحة العالمية، أن أهمها تلك المخلفات الناتجة عن استخدام المعادن الثقيلة كالزنبق، بعد الانتهاء من عملية "حشو الأسنان"، حيث تعتبر هذه البقايا مخلفات خطيرة، وتشير إلى أنه يجب وضعها في زجاجات خاصة وتجميعها إلى أن يتم التخلص منها في الحاويات.

وتلفت المنظمة النظر إلى أن استنشاق الزنبق يؤدي إلى حدوث حساسية بالصدر، أو أمراض خطيرة أخرى كالسرطان على المدى البعيد.

وتشير المنظمة إلى إمكانية تلوثها لمحطات التنقية، بعد تسريبها إلى المياه الجوفية لكونها تحتوي على مواد عضوية وملوثات أخرى.

وتشير منظمة الصحة العالمية إلى أن بعض النفايات الصلبة يتم تجميعها ونقلها بهدف التدوير، كالبلاستيك والزجاج والألمنيوم والكرتون والورق والأخشاب، حيث يتم تخصيص حاوية خارجية للورق والكرتون.

وتلقت النظر في هذا الصدد، إلى عدم توافر شركات متخصصة لإعادة تدوير المواد المصنعة في معظم دول العالم الثالث، بسبب عدم وجود ثقافة "التدوير"، بالرغم من أهميتها.

وتشير المنظمة إلى أن الهدف ليس إتلاف النفايات الصلبة، في حين أن الحفاظ على البيئة من خلال تدويرها وتصنيع مواد أخرى بعد معالجتها هو الهدف المنشود.

كما تؤكد على ضرورة عزل النفايات الطبية في حاويتين، للتمييز بين النفايات الملوثة وغير الملوثة، ليتم التخلص منها من قبل البلدية أو الجهة المسئولة بالطريقة المناسبة.

أما المنتدى البيئي الوزاري العالمي (نairobi، ٢١ - ٢٤ شباط ٢٠١١) فقد شدد على خطط الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة، التي تشمل جميع مصادر النفايات، بما فيها المصادر البلدية والصناعية، وجميع مراحل سلسلة إدارة النفايات، بما في ذلك تقليل النفايات، وفصلها لإعادة استخدامها وإعادة تدويرها، وجمعها ونقلها، وفرزها من أجل استرداد المواد ومعالجتها واسترداد الطاقة، والتخلص النهائي منها. ووفقاً لخطة بالي الإستراتيجية، تم التركيز، خلال تنفيذ كل نشاط، على بناء قدرات البلديات المعنية والإدارات الحكومية المحلية والوطنية والشركاء المحليين، من أجل دعم تكرار مثل هذه المشاريع.

ووفقاً لخطة التنفيذ الخاصة بمؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، وعملية مراكش، والفريق الدولي للإدارة المستدامة للموارد، والطلبات المقدمة في الدورة الثامنة عشرة للجنة التنمية المستدامة، قام

برنامج الأمم المتحدة للبيئة، بالتعاون مع الشركاء، بتكييف وتعزيز أنشطته في مجال إدارة النفايات، مركزاً على التأدية الفعلية لأنشطة على الصعيدين الوطني والمحلي، وعلى الفهم العلمي لأوجه التأثير بين زيادة الموارد وإدارة النفايات بغية الفصل بين توليد النفايات والآثار البيئية الناجمة عن النمو الاقتصادي، وترويج أدوات مثل منع إنتاج النفايات، ونهج المبادئ الثلاثة لإدارة النفايات (التخفيض وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير) (3Rs)، والإنتاج الأنظف، على الصعيد الدولي. ودعماً لخطة بالي الإستراتيجية ومن أجل الدعم التكنولوجي وبناء القدرات، ركزت أنشطة برنامج البيئة على بناء القدرات، وقدمت الدعم لتحديد التكنولوجيات وتقديمها وتنفيذها على الصعيدين الوطني والمحلي.

وناشد تقرير مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، جوهانسبرغ، جنوب أفريقيا، ٢٦ آب - ٤ أيلول ٢٠٠٢، الحكومات وسائر الجهات المعنية أن تدعم مبادرة برنامج الأمم المتحدة للبيئة الرامية إلى إقامة شراكة عالمية بشأن إدارة النفايات، من خلال توفير موارد إضافية وأخذ زمام المبادرة في الشركات في المجالات الأساسية لكل من هذه الجهات فيما يتصل بإدارة النفايات [٥١].

ويؤكد التقرير ٨/٢٥ بشأن إدارة النفايات (منظمة الصحة العالمية)، المؤرخ في ٢٠ شباط ٢٠٠٩ على أن إدارة النفايات تشكل تحدياً خطيراً، لاسيما للبلدان النامية، ويشدد على الحاجة إلى أن تضطلع المنظمات الدولية بإجراءات معززة وأكثر تركيزاً وتسييقاً لمعالجة الثغرات الحالية في الدعم المقدم لجهود البلدان النامية.

وفي ٢١ أيار/مايو ٢٠١٠، اعتمدت جمعية الصحة العالمية في دورتها الثالثة والستين قرارها ٢٥/٦٣ [٥٢] بشأن تحسين الصحة من خلال الإدارة المأمونة والسليمة بيئياً للنفايات. ويرحب القرار بإعلان بالي بشأن إدارة النفايات من أجل صحة البشر وسبل عيشهم، ويحث الدول الأعضاء على تطبيق

تقييم الأثر الصحي باعتباره إحدى الأدوات الرئيسية لتقدير الجوانب الصحية لإدارة النفايات، ويطلب من المدير العام لمنظمة الصحة العالمية أن يعمل مع برنامج البيئة وأمانة اتفاقية بازل من أجل تعزيز تنفيذ إعلان بالي. وقد وجه رئيس الاجتماع التاسع لمؤتمر الأطراف عناية جميع الأطراف في اتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود إلى اتخاذ هذا القرار، إلى جانب اعتماد مقرر مجلس الإدارة .٨/٢٥

- نفايات الرعاية الصحية هي التي تنتج عن عمل المشافي والمراكز الطبية والعيادات والمخابر والمعالجات المنزلية والأدوية المنتهية الصلاحية سواء المتعلقة بالإنسان أم بالحيوان ويتحمل أن تحمل عوامل جرثومية أو كيميائية أو إشعاعية معدية بما في ذلك إجراءات التعليم و البحوث المتعلقة بها.

٢-١ المخطط التوجيهي لإدارة النفايات الصلبة في سوريا

تم التعاقد مع شركة تريفا لور الفرنسية لاعداد المخطط التوجيهي لإدارة النفايات الصلبة في سوريا الذي يتضمن أربع مراحل :

المرحلة الاولى : دراسة الوضع الراهن لإدارة النفايات الصلبة في سوريا .

المرحلة الثانية : تقدم المقترنات للمخطط الوطني لإدارة النفايات الصلبة في سوريا .

المرحلة الثالثة : اعتماد الخطة النهائية ودراسة الجدوى الاقتصادية للمشاريع المقترنة من خلال المخطط التوجيهي .

المرحلة الرابعة : تقديم الوثائق الخاصة بالتعاقد مع القطاع الخاص لتنفيذ المشاريع المقترنة بالمخطط التوجيهي .

وضع المخطط التوجيهي استراتيجيات الجمع والنقل والمعالجة للنفايات المصنفة رسميا في سوريا

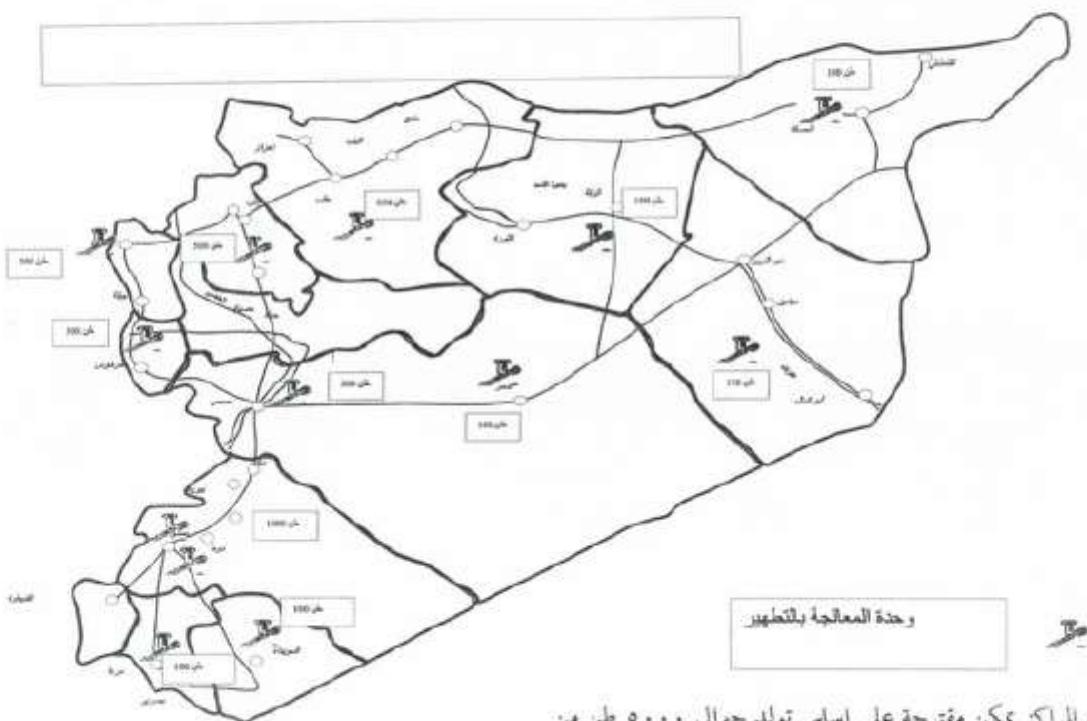
١ - ٣ إستراتيجية إدارة النفايات الطبية في سوريا

تقوم هذه الإستراتيجية على المبادئ التالية :

- ١ - الفرز من المصدر (مسؤولية الجهة المولدة للنفايات الطبية)
- ٢ - الجمع المنفصل (مسؤولية البلدية مع وجود التزام بالفرز من قبل الجهة المولدة للنفايات الطبية)
- ٣ - المعالجة حيث يوصي المخطط التوجيهي بالمعالجة خارج الموقع، وذلك بسبب صعوبات الصيانة في المستشفى (تدريب غير كاف للموظفين) واعتماد تنقية بالتطهير بالبخار

بـ تُثبّت هذه الإستراتيجية على الأسس الإحصائية التالية:

- ١ - عدد المشافي العامة والخاصة تقدر بحوالي ٣٩٠ مشفى عام وخاصة بعدد أسرة يقدر بحوالي ٣٦٠٠٠ سرير
- ٢ - كمية النفايات الطبية المتولدة عن المشافي حسب تقديرات عام ٢٠٠٤ حوالي ٤٢٠٠ طن سنوياً وستصل في عام ٢٠١٤ إلى حوالي ٥٠٠٠ طن سنوياً كما قدرت كمية النفايات الطبية الناتجة عن المنشآت الصحية الأخرى بحوالي ١٠٠٠ طن سنوياً .



هذه المراكز يمكن مقترحة على أساس تولد حوالي ٥٠٠٠ طن من النفايات الطبية سنوياً بحلول عام ٢٠١٤

الشكل (١) يبين خارطة الجمهورية العربية السورية وال التقسيمات الإدارية والمراكز المقترحة على أساس تولد حوالي ٥٠٠٠ طن من النفايات الطبية سنوياً بحلول عام ٢٠١٤

٤ - تنفيذ مشاريع إدارة النفايات الطبية حسب المخطط التوجيهي

- ١ - محافظة دمشق : مشروع معالجة النفايات الطبية (قيد المباشرة والتنفيذ) ٢٠٠٨
- ٢ - محافظة درعا : الإعلان للتعاقد لتنفيذ مشروع معالجة النفايات الطبية في المنطقة أ (التعاقد عام ٢٠٠٩ والتنفيذ ضمن خطة ٢٠٠٩).
- ٣ - محافظ السويداء : الدراسة الفنية لمركز معالجة متكمال في عريقة ويشمل مطمر صحي - محطة فرز - معمل سماد - سور ومبني إدارة - وحدة معالجة نفايات طبية مستودع تخزين نفايات

- خطرة بالإضافة لبئر مياه ومجمل ومشحم والبدء بتنفيذ أعمال المركز المتكامل (محطة فرز - محطة معالجة النفايات الطبية والخطرة - معمل السماد) (خلال العام ٢٠٠٩)
- ٤ - محافظة حلب: تتفيد ٥٥% لمشروع تركيب نظام معالجة النفايات الطبية بحلب (خلال عام ٢٠٠٩)
- ٥ - محافظة إدلب : التعاقد لتتفيد مركز معالجة النفايات الطبية (خلال عام ٢٠٠٩)
- ٦ - محافظة الحسكة (حتى عام ٢٠٠٨)
- تتفيد مركز المعالجة المتكامل في منطقة الحسكة - المرحلة الأولى (مبني الإدارة - مبني المحرس والقيان - مبني الأتوكليف - مبني المغسل والمشحم - مبني تخزين النفايات الخطرة - تصوينة) نسبة الانجاز . ٧٥%
- تقديم وتركيب وحدة تعقيم النفايات الطبية والقبان الأرضي في مراكز المعالجة المتكامل بالحسكة نسبة الانجاز . ٨٠%
- وبنفي التوضيح ان هذه المشاريع حتى غاية ٢٠١٣ لم يتم تنفيذها .

١- ٥ الدليل العام لإدارة النفايات الطبية في سوريا

١-٥-١ الهدف

تحديد مجموعة من القواعد والإرشادات العامة لمساعدة الجهات الوطنية المسؤولة عن إنتاج وفرز ونقل وترحيل النفايات الطبية في إعداد واعتماد أنظمة إدارة سلية للنفايات الطبية الخاصة بها لحماية الصحة العامة والبيئة.

١ - ٥ - ٢ محتويات الدليل العام

يتضمن الدليل العام ثلاثة فصول أساسية تتعلق بـ:

إدارة النفايات الطبية المتولدة في المنشآت الطبية.

إدارة النفايات الطبية لدى الجهات المسؤولة عن ترحيل النفايات.

إدارة النفايات الطبية من قبل محطات المعالجة.

١ - ٥ - ٢ - ١ إدارة النفايات الطبية المتولدة في المنشآت الطبية

الغاية: تحديد مجموعة من القواعد والإرشادات العامة لإتباعها من قبل المنشآت الطبية وخاصة عند قيامها بإعداد واعتماد نظام إدارة للنفايات الطبية الناجمة عنها بما فيها عمليات الفرز والتوضيب وبطاقة التعريف والتعامل معها ونقلها وتخزينها وتسليمها ومعالجتها بالموقع والتعامل مع الحوادث الطارئة ومراقبة هذا النظام والمراجعة الدورية له والتدريب.



الشكل (٢) يبين الهيكل التنظيمي لنظام ادارة النفايات الطبية في المنشآت الطبية (توزيع الأدوار)

- ادارة النفايات الطبية لدى الجهات المسئولة عن عملية الترحيل

: الغاية

تحديد قواعد وارشادات عامة تستطيع من خلالها الجهات المسئولة عن ترحيل النفايات الطبية القيام بإعداد نظام ادارة لها يتضمن خطتها داخل وخارج وسيلة النقل، أثناء النقل، التفريغ والتصريف في الحالات الطارئة

يقترح توزيع الأدوار إلى ثلاثة مستويات



الشكل (٣) يبين الهيكل التنظيمي لنظام ادارة النفايات الطبية لدى الجهات المسئولة عن عملية الترحيل

- ادارة النفايات الطبية من قبل محطات المعالجة

الغاية

تحديد مجموعة من القواعد والإرشادات العامة لإتباعها من قبل محطات معالجة النفايات الطبية وخاصة عند قيامها بإعداد واعتماد نظام ادارة النفايات الطبية لها. بما فيها التخزين المؤقت والخلص ومعالجة الملوثات الناتجة إلى الهواء والتربة والمياه .

يقترح توزيع الأدوار إلى ثلاثة مستويات



الشكل (٤) يبين الهيكل التنظيمي لنظام ادارة النفايات الطبية في محطات معالجة النفايات الطبية

١ - ٥ - ٢ - إدارة النفايات الطبية لدى الجهات المسئولة عن عملية ترحيل النفايات

الغاية: تحديد قواعد وارشادات عامة تستطيع من خلالها الجهات المسئولة عن ترحيل النفايات الطبية القيام بإعداد نظام إدارة لها يتضمن خطتها داخل وخارج وسيلة النقل، أثاء النقل، التفريغ والتصرف في الحالات الطارئة.

١ - ٥ - ٣ - إدارة النفايات الطبية من قبل محطات المعالجة

الغاية: تحديد مجموعة من القواعد والإرشادات العامة لإتباعها من قبل محطات معالجة النفايات الطبية وخاصة عند قيامها بإعداد واعتماد نظام إدارة النفايات الطبية لها بما فيها التخزين المؤقت والتخلص ومعالجة الملوثات الناتجة إلى الهواء والترية والمياه .

١ - ٦ عدم الفرز الدقيق للنفايات الطبية

يعتبر فرز النفايات الطبية إلى خطرة وغير خطرة من مصدرها من أهم الخطوات التي يجب على المنشآت الصحية أخذها في الاعتبار وبالرغم من أهمية هذه الخطوة فإن الدراسات الميدانية التي تم إجرائها في بعض دول الخليج العربي (السعودية - قطر - الكويت) تشير إلى عدم وجود ممارسة مهنية دقيقة لفرز النفايات من مصدرها ولا يختلف الوضع كثيراً في باقي الدول العربية حيث في لبنان استناداً إلى إحصائية رسمية من مجموعة السلام الخضر (Green Peace) بينت أن ١٨ % من المستشفيات لا تعرف كميات النفايات المنتجة لديها وأن ٧٥ % من المستشفيات لا تعرف شيئاً عن نفاياتها . [8]

الفرز من المصدر



الشكل (٥) يبين عملية الفرز من المصدر

استخدام الأكياس المخصصة لكل نوع من النفايات كالتالي :

يعتبر فرز النفايات الطبية في أكياس أو حاويات ذات لون وسمكية محددة أحد معايير جودة الإدارة في النفايات الطبية وعادة ما يتم تحديد هذه الألوان ضمن المعايير الوطنية لبرنامج التخلص الآمن من النفايات الطبية، يوضح الجدول (١) أدناه النظام الكودي المستخدم في دول مجلس التعاون الخليجي والذي تم وضعه بتصريح وفقاً لإرشادات منظمة الصحة العالمية كما يجب أن يكون فرز النفايات على أساس أنه في حالة الشك في نوعية نفايات معينة فإنه يجب تصنيف هذه النفايات على أنها خطرة.

[9]

الجدول (١) بين الألوان المميزة الموصى بها لأكياس وحاويات النفايات الطبية

نوع الحاوية	لون الكيس أو الحاوية	نوع النفايات
يتم تعقيم الكيس بالأتوكلاف ثم يوضع الكيس في حاوية مانعة للتسرب	كيس أصفر تظهر عليه علامة(شديدة العدوى)	نفايات شديدة العدوى
أكياس بلاستيك أو حاويات مانعة للتسرب	لون أصفر تبرز عليه عبارة معدية	نفايات أخرى معدية
أكياس بلاستيك أو حاويات مانعة للتسرب	أحمر	نفايات تشريحية ممرضة
حاويات مقاومة للثقب والتسرب	حاوية صفراء تبرز عليها عبارة نفايات حادة	نفايات حادة
أكياس بلاستيك أو حاويات توضع عليها عبارة كيمائيات أو مواد صيدلانية	لون أصفر	نفايات كيميائية وصيدلانية
حاوية من الرصاص يوضع عليها علامة مواد مشعة	حاويات محكمة الإغلاق	نفايات مشعة
أكياس بلاستيك أو حاوية أو صندوق بعجلات أو مشابه	لون أسود	نفايات رعاية صحية غير خطرة

الفصل الثاني :

النفايات الطبية وتصنيفها وكيفية

التعامل معها

١-٢ تعريف وتصنيف النفايات

هناك العديد من المصطلحات والتعرifات المختلفة المستخدمة في مجال نفايات الرعاية الصحية لوصف أي نشاط أو منتج رئيسي في هذا المجال. وقد تم حديثاً وضع بعض التعرifات والتصنيفات الخاصة بنفايات الرعاية الصحية التي تتطوي على المخاطر والأخرى الآمنة ونظراً لتنوع هذه التعاريف وتأثيرها في تصنيف النفايات فقد أعتمدت التعاريف الواردة في إصدارات منظمة الصحة العالمية في النظام الموحد لإدارة نفايات الرعاية الصحية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية والذي اعتمد المجلس الأعلى في دورته الثانية والعشرين (مسقط، ديسمبر ٢٠٠١م) وهي كالتالي:

١ - ١ نفايات الرعاية الصحية

هي النفايات التي تنتج من المنشآت التي تقدم الرعاية الصحية المختلفة، والمخبرات ومراكز إنتاج الأدوية والمستحضرات الدوائية واللقاحات ومراكز العلاج البيطري والمؤسسات البحثية ومن العلاج والتمريض في المنازل.

أو هي:

كل المواد المستخدمة للتشخيص أو للعناية بالمرضى داخل المرفق الصحي أو خارجه، وفي حالة تلوثها بدم وسوائل جسم المريض بطريقة مباشرة أو غير مباشرة وفي حالة كان المريض مصاب بمرض معدى أو غير مصاب ويراد التخلص منها وترمى كالنفايات حيث تعتبر من ضمن المخلفات الطبية الخطيرة التي يجب التخلص منها بالطرق السليمة عن طريق المحارق والأفران والتعقيم وغيره ويستثنى من ذلك الأطعمة والأوراق التي يستهلكها المرضى خلال فترات العناية بهم [10].

تنقسم نفايات الرعاية الصحية إلى نوعين:

a نفايات الرعاية الصحية غير الخطيرة

هي جميع النفايات التي تشتمل على مواد كالتي توجد في النفايات البلدية وتنتج هذه النفايات من الأقسام الإدارية ومن أعمال النظافة العامة داخل المنشآت الصحية وتشكل الجزء الأكبر من إجمالي

نفايات الرعاية الصحية ويعامل هذا النوع معاملة النفايات البلدية. وتدعى نفايات غير معدية، ويتم التخلص منها برمدها في موقع مخصص لردم النفايات المنزلية.

٦ نفايات الرعاية الصحية الخطرة

هي النفايات التي تنتج من مصادر ملوثة أو محتمل تلوثها بالعوامل المعدية أو الكيماوية أو المشعة وتشكل النسبة الأقل من إجمالي نفايات الرعاية الصحية إذ أنها تشكل خطراً على الفرد والمجتمع والبيئة أثناء إنتاجها أو جمعها أو تخزينها أو نقلها أو التخلص منها.

وتعرف منظمة الصحة العالمية النفايات الطبية الخطرة بأنها: النفايات الخطرة التي تتولد عن الأنشطة المختلفة في المشافي ودور الرعاية والمرافق الصحية والعيادات والمخبرات الطبية والصيدليات ومصانع الأدوية ومرافق الدم والأبحاث الطبية والعيادات البيطرية وترتفع معدلات هذه النفايات تبعاً لمستوى الرعاية الطبية وتتنوع مستوى الفحوصات والتحاليل والأشعة التي تجري للمرضى، وهي تختلف من مشفى لأخر ومن قسم لأخر .. وتدعى نفايات معدية (ملوثة) غالباً ما تتراوح نسبتها من ١٠ إلى ٢٥ % من الكمية الكلية للنفايات الصلبة المتولدة داخل المشفى وتعرف النفايات المعدية باحتواها على كائنات دقيقة تتميز بقدرتها على الحياة وتنسبب بالمرض لكل من الإنسان والحيوان وتتولد النفايات من غرف العمليات والولادة وغرف الغيار وأقسام العزل وأجنحة الأمراض المعدية والساربة والمخبرات كما تحتوي النفايات الطبية على نفايات التشريح المرضي والأدوات الطبية وغيرها .

٢ - إدارة النفايات الطبية في سوريا

تمثل النفايات الطبية خطورة شديدة على الصحة العامة وذلك لاحتوائها على كافة أنواع الجراثيم ومسبيات العدوى الفورية للكثير من الأمراض لمجرد لمسها باليد أو استنشاق بعض ما يتناهى منها من

ميكروبات في الهواء .. ومن هنا تظهر أهمية التعامل معها بحذر شديد في جميع مراحل تداولها وجمعها والتخلص منها عبر طرق متعددة مثل المعالجة الميكانيكية أو البيولوجية أو التعقيم بالبخار أو التعقيم بالأمواج القصيرة أو التعقيم بنظام البلازمـا أو طرق المعالجة بالإشعاع أو الطمر الصحي وأخيراً عبر الحرق في محارق خاصة في المشافي شرط أن تكون المحارق ملحة بتجهيزات خاصة للتخلص من التلوث الناتج عن تشغيلها والتصدي لمشكلة الغازات المنطلقة إلى الهواء عقب عملية الحرق.

ومن الجدير ذكره أن معظم المحارق (المرمدات) المستخدمة في سوريا وحيدة الاشتغال وتعمل بدرجة حرارة تبلغ ٨٠٠ درجة مئوية فقط، وحديثاً تم تركيب بعض المرمدات المتطرفة في القطر في مشفى الأسد الجامعي بدمشق والمشفى العمالي المركزي في حرسنا والمشفى الوطني باللانقية بدرجة حرارة تصل إلى ١٢٠٠ درجة مئوية. ومن الملاحظ أنه لا توجد معالجة للغازات الناتجة عن الاحتراق .. هذا وتشمل النفايات الطبية كل النفايات الناتجة عن مؤسسات الرعاية الصحية أو مراكز الأبحاث الطبية أو المخابر ويمكن تصنیف النفايات الطبية :

النفايات الطبية المعدية ، الحادة الدوائية ، السامة جينياً ، الكيماوية . وهناك طرائق عديدة لتبيير النفايات الطبية وذلك بناء على الدراسة التي وضعت من قبل وزارة الصحة والاتحاد الأوروبي ، وحددت فيها الطرق السليمة لتبيير النفايات الطبية وهذه الطرق هي :

- الحرق : وهي طريقة مناسبة لأنواع كثيرة من النفايات الطبية لكنها تتطلب كلفة تدريب وتشغيل عالية، كما وتحتاج إلى صيانة دورية من أجل ضمان كفاءة التشغيل.

- التطهير الكيماوي : وهو محدود الاستعمال لأن العملية تقصر على التطهير وليس التعقيم، كما أن المواد المستعملة في التطهير قد تكون ملوثة بحد ذاتها.

- المعالجة الحرارية الرطبة الجافة: تؤمن تعقيماً بنسبة ممتازة جداً، تأثيراتها البيئية خفيفة وكلفة تشغيلها قليلة.

- الطمر الصحي: ليس هناك ضرورة لمناقشة هذا الخيار، نظراً للأخطار الهائلة التي يحملها، ما لم يصمم وينفذ بشكل جيد جداً إضافة إلى ضرورة بعد النفايات الطبية عن المصادر المائية.

- التخلص بالتخمير: تمزج النفايات مع الإسمنت والكلس والماء لتشكل مكعبات إسمنتية ترمى في مكب النفايات، لكن هذه الطريقة لا تصلح للنفايات المعدية.

التحذيرات الدائمة والمستمرة من مخاطر النفايات الطبية في الصحافة الرسمية ومن جانب وزارة الصحة تعود إلى أكثر من ربع قرن على أقل تقدير، غالباً ما كانت بعض الندوات والأبحاث التي تنشر حول واقع هذه النفايات في المشافي والمراكمز والمخابر الصحية العامة والخاصة تشير وبلغة الواقع والأرقام الرسمية أن ثمة الكثير من الخلل والأخطاء في آليات معالجتها والتخلص منها، وعلى الرغم من المتابعات والتحقيقات الميدانية المنشورة التي كانت تضع النقاط على الحروف وتبيّن التهديدات والمخاطر على السلامة العامة، يبدو أن لا شيء يتبدل في هذا المشهد، ما يدل على التقصير والإهمال واللامبالاة في الوصول إلى حلول أو برامج قادرة على تحقيق تحول نوعي، وذلك في وقت تؤكد في الأرقام التي بين أيدينا وسنأتي على ذكرها في متن هذا الموضوع. أن كميات النفايات الطبية تتزايد عاماً تلو الآخر.

ما نعنيه في النفايات الطبية ليس فقط كل ما يتعلق في بقايا الأدوية المنتهية الصلاحية والأمبولات الفارغة والصور الشعاعية والمواد الكيماوية والضمادات المستخدمة ضمن المشافي أو (سيرنكات الأبر) وإنما هناك أيضا النواتج الأخرى المتبقية من العمليات الجراحية من دماء وسوهاها من المواد التي يجري التخلص منها وحتى الوقت الحاضر وفق طرق بدائية رغم كل ما حققه التكنولوجيا الحديثة من تقدم وتطور في طرق واليات التخلص منها، بدهة لا يمكن الجزم أو الجسم أن كل الكميات من هذه النفايات تعالج بدائيا، فهناك كميات قليلة يجري معالجتها وفق الأصول وحسب ما جاء في الدليل العام لإدارة النفايات الطبية الذي صدر قبل عشرة سنوات وضمن محارق مخصصة لهذا الشأن، لكن ثمة من يؤكد أن غالبية الكميات لا تلقي ذات الطرق النظامية وبشكل علمي وتقني، الأمر الذي يجعلها تهدد الصحة العامة بسبب ما تحمله من عوامل جرثومية أو إشعاعية أو كيماوية يمكن أن تنتقل عن طريق الهواء والمجارى التنفسية، وغالبا ما تشير المعلومات، بأن الأمراض الناجمة عن مثل هذه العوامل هي خطيرة للغاية ويمكن أن تكون معدية وتنقل بين الناس بسهولة ، وبالمناسبة التقصير الذي نتحدث عنه ليس مجرد استنتاجات شخصية أو اتجاهات صرحت بها مرجعيات طيبة بعينها، وإنما هو تأكيد دائم ومستمر من جانب مديرية الشؤون الفنية في وزارة الإدارة المحلية ، بهذه الأخيرة أكدت أكثر من مرة ان الوضع الحالى لجهة فرز النفايات ليس سليمان بالشكل الكافى وخاصة فى المشافي والمراکز الصحية التابعة لمحافظتي دمشق وريف دمشق .

ولعل من بين الأسباب التي تجعل عمليات معالجة النفايات تشهد كل هذا التقصير، أن الكميات التي تخرج سنويا من المشافي والمراکز الصحية والمختبرات العامة والخاصة تفوق قدرة واستطاعة المحارق التي جرى إحداثها من أجل هذا الهدف بالذات، ففي الوقت الذي يجري التأكيد أن عددها في كافة

أنباء القطر يصل إلى (١٤) الف .. هناك من يشير أن هذا العدد ليس كافيا في ظل تزايد الكميات المتزايدة من النفايات حيث تقدر في الوقت الحالي بنحو (٤٥٠٠) طن سنويا وهي تتصل مع العام ٢٠١٤ إلى (٦) ألف، واللافت أن المحارق في وضعها الراهن لا تعمل وفق ما نص عليه مشروع إدارة النفايات الطبية ، فعلى سبيل المثال لا الحصر ، هناك عمليات يتبعين حضورها كي تكون عمليات التخلص من النفايات سليمة، لكن هذه العمليات ما زالت غائبة كلياً ، ما يعني أن مخاطرها تبقى قائمة وان بنسب أقل فيما لو تركت من غير معالجة، وهذه المحارق التي تتحدث عنها لا تتوفر فيها نظام الفلترة وكذلك عدم توفر التجهيزات التي يجري من خلالها التخلص من الغازات، وأيضا درجة الحرارة في المحارق غير نظامية ومنخفضة إلى أقل من (١٢٠٠) درجة مما يجعل عمليات الاحتراق غير كاملة وبالتالي يؤدي ذلك إلى إمكان انتشار بعض الغازات المسيبة لأمراض خطيرة جدا بدءا من السرطانات وليس انتهاء بأمراض الجهاز التنفسى وسواءا من الأمراض التي حذرت منظمة الصحة العالمية من مخاطرها في حال عدم التقيد بالشروط والمعايير الفنية التي تضمن التخلص من النفايات دون ترك بقايا تهدد سلامه البشر .

قد يسأل البعض .. ولكن أين هي المرجعيات الرسمية من كل ما يجري .. وماذا عن الحلول التي من شأنها وضع هذه القضية على السكة الصحيحة ؟

في حال العودة إلى بعض ما نشر في المنابر الإعلامية الرسمية والخاصة بهذا الشأن، سوف نكتشف أن تناقض المسؤولية كان وباستمرار سيد الموقف بين أكثر من مرجعية رسمية ، ففي الوقت الذي تؤكد فيه وزارة الإدارة المحلية أن وزارة الصحة تحمل قسطا كبيرا من المسؤولية والتقصير، هناك من يرمي الكرة في ملعب مديريات البيئة في المحافظات ويظهرها كما لو كانت الجهة المسئولة الوحيدة ويتبعين

العمل على محاسبتها، ومن يطالع أدق التفاصيل حول المهام المنوطة بكل مرجعية رسمية ويتوقف على الحقيقة سوف يكتشف أن المسئولية في معناها الواسع الشامل لا تتعلق بطرف بعينه وإنما في مجموعة أطراف، فكل مرجعية من التي ذكرناها يفترض أنها مسؤولة عن بعض المهام، وحين يتلاعس أحد هذه الأطراف ولا يؤدي المهام المطلوبة سوف تبقى عمليات المعالجة منقوصة، وبالتالي فإن السبيل الوحيد للوصول إلى الحلول المثلث ستبقى ممثلة في التنسيق ما بين جميع الأطراف وليس استمرار كل طرف في التملص من المسئولية ورمي الكرة في ملعب الآخرين، ففي حال القول على سبيل المثال أن كميات كبيرة من النفايات لا تصل أساساً إلى المحارق ولا يجري معالجتها، فإنه وفي مثل هذه الحالة تكون المسئولية على عاتق وزارة الإدارة المحلية كونها لم تتمكن من إعداد خطة قادرة في الوصول إلى كافة الحاويات التي يفترض أنها موجودة ضمن حرم المشافي والمخابير والعيادات، وكذلك يتعين العمل على محاربة ظاهرة النباشين الذين غالباً ما يعبثون بهذه الحاويات ويفرغونها من بعض النفايات التي قد يعملون على بيعها وخاصة في حال كانت من المواد المصنعة من البلاستيك أو الزجاج، وبال مقابل هناك أيضاً مسؤولية مباشرة تقع على عاتق وزارة الصحة حيث يفترض بها على سبيل المثال على تخصيص حاويات خاصة بالنفايات الطبية وأخرى فقط من أجل البقايا المطبخية من أطعمة وسوها من فوارغ المشروبات الغازية والعصائر والمياه المعدنية.

وإذا كان من المتاح الوصول إلى عمليات الضبط في المشافي العامة والمراكمز الصحية الحكومية من خلال تعاميم وقرارات وبرامج عمل محددة يجري التقييد بها من جانب العاملين في هذا الميدان ومن الذين تطأط بهم هذه المهام، فإن ضبط ذات العمل في المشافي والمخابير الخاصة أيضاً من القضايا التي يمكن تحقيقها، والمطلوب وباستمرار الحزم في تطبيق وترجمة كل ما يصدر عن الجهات العامة

ودون تلاؤ أو تسوييف، وما يجعلنا نؤكد على ضرورة الإسراع في معالجة ملف النفايات، أن الدليل العام لإدارة النفايات الطبية صدر منذ أكثر من عشر سنوات وكذلك صدر قانون النظافة منذ ما يزيد على ثمانية سنوات وأيضاً مضى على مشروع معالجة النفايات الطبية في منطقة (نجها) القريبة من العاصمة نحو أكثر من ثمان سنوات، ورغم كل هذه المسافة الزمنية الطويلة على اتخاذ كل هذه الإجراءات والتدابير فإنه ثمة من يؤكد أن عمليات المعالجة في المشافي والمراكز الصحية في محافظتي دمشق وريفها لم تصل إلى الحدود المرضية ولا بالحدود الدنيا، وبالمناسبة هناك بعض المواد المتضمنة في قانون النظافة تتصل على اتخاذ عقوبات صارمة في حال عدم التقيد في الأساليب التي يجري فيها التخلص من النفايات، وفي حال العمل على تطبيق ما جاء في القانون سواء من خلال الغرامات المالية أو حتى التضييق بالحبس، فإن ذلك سوف يساعد على تذليل كل المشكلات التي تجعل النفايات الطبية بمنأى عن المعالجة السليمة والصحية.

النفايات الطبية: هي جميع النفايات التي تم إنتاجها داخل ممؤسسات الرعاية الصحية، من خلال أنشطة هذه المؤسسات المختلفة. حيث تصنف هذه النفايات إلى:

a- نفايات عادية شبيهة بالمنزلية: وهي تشمل من ٧٥ إلى ٩٠٪ من إجمالي نفايات الرعاية الصحية. وتعامل هذه النفايات معاملة النفايات البلدية.

b- نفايات خطيرة، معدية أو سامة: وهي تشمل من ١٠ إلى ٢٥٪ من مجمل النفايات الطبية.
ويصنف هذا النوع من النفايات إلى عدة أقسام ذكر منها :

* نفايات حادة أو واخزة لامست أو لم تلامس دمًا أو سوائل الجسم.

* أكياس الدم المنتهية صلاحيتها وبقاياها المستعملة والنفايات الملوثة بالدم أو بسوائل الجسم.

* نفايات المختبرات والأجزاء البشرية غير المعروفة والمعروفة.

* مخلفات أجنحة العزل والمرضى المعزولين.

٢ - ٣ التأثيرات الصحية والبيئية للنفايات الطبية

جميع الأشخاص العاملين في المؤسسات الطبية من أطباء وممرضين وعمال معرضين للإصابة بالأمراض بسبب التعامل الخاطئ مع النفايات الطبية. وكذلك المرضى وزوارهم معرضون أيضاً لخطر الإصابة، بالإضافة إلى عامة الناس خارج تلك المؤسسات الصحية.

فمخاطر هذه النفايات على المستويين الصحي والبيئي كبيرة جداً وللذكر وليس الحصر ذكر:

٢ - ٣ - ١ المخاطر الصحية

التسمم والحرائق الناجمة عن النفايات الكيميائية، والعديد من الأمراض المعدية التي تنتج عن بعض النفايات التي تحمل خطر العدوى. والكثير من أنواع السرطانات التي تنتج عن النفايات المسممة للخلايا والنفايات المشعة.

٢ - ٣ - ٢ المخاطر البيئية

وتشمل تلوث التربة، وتلوث الهواء، وتلوث الماء... الخ ، بالإمكان الحد من هذه المخاطر من خلال:

- الإدارة الآمنة للنفايات.

- توعية العاملين في المؤسسات المعنية.

- اتخاذ إجراءات السلامة والوقاية.

- تحديد المسؤولين على الإدارة والمراقبة.

٢ - ٤ مراحل الإدارة الآمنة للنفايات

وتشمل عمليات الفرز، التغليف، التخزين المؤقت، التخزين المركزي، الجمع، النقل، المعالجة، التخلص النهائي.

٢ - ٤ - ١ الفرز والتغليف

عملية فصل أصناف النفايات حسب طبيعتها عند مصدر الإنتاج كي تتبع كل واحدة مسار التخلص النهائي الخاص بها.

فوائد عملية الفرز

- الحفاظ على سلامة الأفراد.
- تطبيق القوانين الخاصة بالنفايات.
- التقليل من النفايات الطبية.
- المساهمة في تخفيض تكاليف التخلص من النفايات الطبية.
- المساهمة في الحفاظ على النظافة.

الفرز بالألوان

- ١- يجب أن تكون جميع الأكياس والأوعية وحاويات النفايات والعربات الخاصة بالنفايات ملونة باللون الأسود أو الأصفر .
- ٢- نفايات طبية عادية شبيهة بالمترizية (كيس أسود).
- ٣- نفايات طبية حاملة خطر العدوى (كيس أصفر أو علبة صفراء غير قابلة للثقب) يوضع إشارة خطر بيولوجي عليها.

- ٤- نفايات حادة (حاوية صفراء).
 - ٥- الأعضاء البشرية (توضع داخل كيسين من اللون الأصفر).
 - ٦- النفايات السامة للخلايا (أكياس بنية أو خضراء).
 - ٧- النفايات المشعة (أكياس بنية أو حمراء).
 - ٨- المعادن الثقيلة كالزنبق (كيس رمادي).
 - ٩- النفايات شديدة العدوى: وتشمل العينات المخبرية ونفايات متعلقة بالمرضى المعزولين ومخلفات مراكز البحوث (يجب تعقيمها بالبخار أولاً أو بالمطهرات الكيميائية ثم وضعها في أكياس صفراء قبل إدخالها في نظام التخلص من المواد المعدية في المستشفى).
 - وبعد الفرز تبقى النفايات الطبية منفصلة خلال جميع المراحل.
- يجب وضع ملصق تعريف للنفايات على كل حاوية أو كيس وتحتوي على المعلومات التالية: (اسم المؤسسة الطبية، اسم القسم المنتج، نوع النفايات، اسم الشخص الذي قام بإغلاق الكيس، تاريخ الإغلاق، وزن الوعاء) والفائدة من هذه البطاقة تكمن في القدرة على المتابعة الإدارية في جمع البيانات المنتجة في كل قسم للتأكد من أن تغييراً مفاجئاً لم يحصل لأي صنف منها، ولمعرفة المصدر، ولتحمل المسؤولية في حال وجود أخطاء.

٢ - ٤ - ٢ التخزين المؤقت

بعد الفرز وبعد امتلاء الكيس أو الحاوية تنقل النفايات إلى غرفة التخزين المؤقت وتوضع في عربات مخصصة لذلك.

يجب أن تكون غرفة التخزين المؤقت خارج القسم الطبي المعنى بهذه النفايات، وعلى مقربة منه. كما يجب أن تكون معرضة إلى ضوء الشمس المباشر، وجيدة الإنارة والتهوية. ويجب أن يتوافر فيها أيضاً حاويات نفايات كبيرة كي لا توضع الأكياس على الأرض. ويجب تنظيفها يومياً.

٢ - ٤ - ٣ التخزين المركزي

بعد أن تتم عملية التخزين المؤقت، تُنقل العربات من غرفة التخزين المؤقت إلى غرفة التخزين المركزي. مع الأخذ بالعلم ضرورة عدم استخدام المصاعد المخصصة للمرضى والزوار، وضرورة عدم المرور بالصالونات وممرات الزوار والمرضى والبهو العام الرئيسي.

٢ - ٤ - ٣ - ١ الشروط التي يجب مراعاتها لموقع التخزين المركزي

- ١- سهولة دخول مركبات وشاحنات جمع النفايات.
- ٢- باب قابل للإغلاق مع علامة الخطر الدولية للنفايات.
- ٣- الأرضيات والجدران يجب أن تكون ناعمة مقاومة للمياه وسهل التنظيف.
- ٤- مزودة بمصدر مياه وبشبكة للصرف الصحي.
- ٥- إضاءة جيدة وتهوية بواسطة فلتر هواء ودرجة حرارة تحت ١٥ درجة مئوية.
- ٦- أغطية واقية لكل الفتحات لمنع دخول الحشرات والقوارض.
- ٧- قريبة من موقع تنظيف وتطهير العربات.

٨- تطهر كل أسبوع، وبعد حدوث أي تسرب.

٢ - ٤ - ٣ - ٢ المبادئ التي يجب مراعاتها في أثناء التخزين

١- لا يجوز تجميد النفايات على درجة حرارة تحت الصفر.

٢- يمكن استخدام حاويات كبيرة مبردة للتخزين إذا كانت مدة التخزين أطول من المدة المسموح بها،

أو إذا كانت مدة النقل طويلة.

٣- لا يجوز ضغط النفايات بآلات ضاغطة.

٤ - ٥ مراحل التنظيم الإداري للنفايات الطبية في المستشفى

يعتمد التدبير الإداري الجيد للنفايات على الأسس التالية:

١- فريق مناسب ومسؤول عن النفايات.

٢- التواصل بين مسؤول إدارة النفايات والجهات الفاعلة.

٣- خطة تدبير النفايات، والتي تأخذ بعين الاعتبار التشريعات الوطنية والأهداف الوطنية والخطوات

الأساسية الهامة لإنجاز هذه الأهداف.

٤ - ٦ التقليل من النفايات الطبية

يفيد التقليل من النفايات الطبية في التقليل من كلفة شراء الموارد ومن كلفة معالجة النفايات والتخلص

منها.

يمكن التقليل من النفايات من خلال ممارسات تدبير النفايات في الموقع ومن خلال سياسة وإدارة

المستودعات. كما ويلعب تدريب العاملين على التنفيذ الآمن دوراً هاماً في التخفيف من النفايات

الطبية. ولتقليل النفايات إلى المستوى الأخفض لا بد من إتباع الخطوات التالية:

- ١- التقليل من المشتريات واختيار اللوازم الأقل إنتاجاً للنفايات.
- ٢- استخدام وسائل التنظيف الفيزيائية أكثر من الوسائل الكيميائية، كالتطهير بالبخار بدلاً من التطهير الكيميائي.
- ٣- الشراء المركزي للمواد الكيميائية الخطرة.
- ٤- مراقبة مسار استهلاك الكيمياويات ضمن المؤسسة منذ الاستلام.
- ٥- الطلب المتكرر لكميات صغيرة نسبياً بدلاً لكميات كبيرة في وقت واحد.
- ٦- استخدام الكمية الأقدم أولاً.
- ٧- استخدام جميع العبوات في كل عبوة.
- ٨- فحص تاريخ انتهاء الصلاحية عند الاستلام.

٢ - الأتوكلاف

في عام ٢٠٠٩ وبقيمة ١٣٠ ألف يورو وبطاقة مقدارها ١٢ طناً يومياً تم إنشاء محطة لتعقيم النفايات الطبية (أتوغلاف) تقع إلى جانب معمل النفايات الصلبة الحالي والذي يبعد نحو ٤٠ كم عن دمشق في منطقة نجها.

٤ - المخلفات الطبية المختلطة (Mixed Waste)

من أول وأهم الخطوات التي تتبعها للتخلص السليم من المخلفات الطبية في المستشفيات هي عملية الفرز (segregation) ، أي فصل هذا النوع عن المخلفات القمامية العادمة وغير طيبة لكي يتسعى لنا أن نتعامل معها تعامل سليم، والأفضل من ذلك لو قمنا بتصنيف وفرز كل نوع من المخلفات الطبية

على حدة عند مصدر إنتاجها ووضع العلامات الدولية الدالة عليها، مثلاً فرز المخلفات البيولوجية الطبية والتي تحتاج لمعاملة خاصة عن المخلفات الصيدلانية أو المخلفات المشعة أو المخلفات الحادة والتي يحتاج كل نوع منها لمعالجة خاصة به، فلو استعملنا محرق بدرجة حرارة ٩٠٠ درجة مئوية فهي مئالية للتخلص من المخلفات البيولوجية الطبية ولكن لا تتفع للتخلص من المخلفات الصيدلانية والتي تحتاج لمحرق بدرجة حرارة لا تقل عن ١٢٠٠ درجة مئوية وهكذا .

لكن في كثير من الأحيان تختلط أنواع المخلفات الطبية مع بعضها ولا يمكن لنا فرز وتصنيف كل على حده، كاختلاط المخلفات البيولوجية الطبية مع المخلفات الكيميائية أو المخلفات المشعة مع المخلفات الحادة، والسؤال عند اختلاط المخلفات الطبية مع المخلفات العاديه يعتبر الخليط ككل مخلفات طبية، ولكن عند اختلاط أنواع من المخلفات الطبية مع بعضها تصنف كالتالي:

- ✓ اختلاط المخلفات الطبية البيولوجية مع المخلفات الكيميائية الخطيرة، يتم التعامل والتخلص من هذا الخليط كالمخلفات الكيميائية الخطيرة.
- ✓ عند اختلاط المخلفات الطبية البيولوجية مع المخلفات المشعة، يتم التعامل والتخلص من هذا الخليط كالمخلفات المشعة بوضعها في أكياس حمراء عليها العلامة الدولية للمواد المشعة بدون المواد الحادة.
- ✓ عند اختلاط المخلفات الطبية البيولوجية مع المخلفات الكيميائية الخطيرة مع المخلفات المشعة يتم التعامل والتخلص من هذا الخليط كالمخلفات المشعة.
- ✓ عند اختلاط المخلفات الكيميائية مع المخلفات الحادة البيولوجية توضع المخلفات في علبة بلاستيكية ويكتب عليها مخلفات كيميائية حادة ويتم التخلص منها على هذا الأساس.

✓ عند اختلاط المخلفات المشعة مع المخلفات الحادة، توضع المخلفات في علبة بلاستيكية عليها العلامة الدولية للمخلفات المشعة ويتم التخلص منها على هذا الأساس.

بهذه الطرق يمكن لنا التعامل مع المخلفات المختلطة التي تنتج عادة في الأقسام التخصصية مثل أقسام علاج الأورام (حيث نجد أن المخلفات البيولوجية المعدية مختلطة بالمخلفات الأدوية السامة)، أو في أقسام الطب النووي وما ينتج عنه من مخلفات مشعة وبيولوجية وكميائية. [11]

٢ - ٩ قائمة النفايات الطبية وفق نظام إدارة نفايات الرعاية الصحية في الجمهورية العربية السورية

نفايات الرعاية الصحية هي التي تنتج عن عمل المشافي والمراكز الطبية والعيادات والمخابر والمعالجات المنزلية والأدوية المنتهية الصلاحية سواء المتعلقة بالإنسان أم بالحيوان وتحتمل أن تحمل عوامل جرثومية أو كيميائية أو إشعاعية معدية بما في ذلك إجراءات التعليم والبحوث المتعلقة بها.

٢ - ٩ - ١ تصنیف نفايات الرعاية الصحية الخطيرة

تصنف نفايات الرعاية الصحية الخطيرة إلى تسعة أقسام رئيسية:

١ - النفايات المعدية.

٢ - النفايات الممرضة (الباتولوجي).

٣ - النفايات الحادة (الجارحة والواخرة).

٤ - النفايات الصيدلانية.

٥ - النفايات السامة للجينات.

٦ - النفايات الكيميائية.

٧ - العبوات المضغوطة.

٨ - النفايات المشعة.

٩ - النفايات ذات المحتوى العالي من المعادن الثقيلة.

٢ - ٩ - ١ - ١ - النفايات المعدية

هي تلك النفايات التي يشتبه باحتواها على العوامل الممرضة مثل البكتيريا، الفيروسات، الطفيليات والفطريات بكميات أو تراكيز كافية لإصابة من يتعرض لها بالمرض إذا كان لديه استعداداً للإصابة بهذا المرض. مثل ذلك التهاب الكبد الفيروسي C, B عند التعرض لبقايا دم أو أدوات ملوثة بدم إنسان مريض ولاسيما إذا كان التعرض عن طريق الوخز أو الجرح.

ونقسم النفايات المعدية إلى:

✓ نفايات شديدة العدوى وتشمل:

- المستبربات والمخزونات من العوامل الممرضة شديدة العدوى في المختبر.
- نفايات التشريح وأجساد الحيوانات التي لقحت أو لوثت بالعوامل شديدة العدوى لأهداف مختلفة.

- النفايات الأخرى التي تلوثت أو لا مست العوامل شديدة العدوى مثل أوعية الحفظ.

✓ نفايات معدية وتشمل:

- نفايات العمليات وتشريح جثث المصابين بأمراض معدية (الأنسجة، المواد والمعدات التي لا مست الدم أو سوائل الجسم الأخرى).

- نفايات مرضى أجذحة العزل (إفرازات الجسم، الصمادات من الجروح الملوثة، أو جروح العمليات الملوثة، الملابس والأدوات الملوثة بالدم أو سوائل ومفرزات الجسم الأخرى).
- النفايات التي لا مسست المصابين بأمراض معدية من الخاضعين لعمليات غسيل الكلى (معدات غسيل الكلى، المناشف، الملابس، المرابيل والقفازات الخ....)
- أية أدوات أو مستلزمات كانت على تماش أو اتصال بالأشخاص أو الحيوانات المصابة بأمراض معدية.

٢ - ٩ - ١ - ٢ النفايات الممرضة (الباتولوجية)

تشمل أجزاء الجسم والأنسجة والأعضاء المستأصلة أو المنفصلة عن الجسم، والأجنة المجهضة والمشيمة في الولادات وجثث الحيوانات وسوائل دم الحيوان والإنسان ونفايات التشریح للإنسان أو الحيوان، كما يجب اعتبار هذه الفئة من النفايات معدية حتى ولو كانت تحتوي على أجزاء سليمة من الجسم وذلك لقدرتها الفائقة على احتضان الجراثيم الممرضة المختلفة وتكون الوسط المناسب لتكاثر هذه الجراثيم بحكم تركيبها العضوي.

٢ - ٩ - ١ - ٣ النفايات الحادة

وتشمل رؤوس المحاقن أو الإبر، أدوات التشریح، الأدوات الجراحية، المشارط والشفرات والسكاكين، الزجاج المكسور، أدوات التثبيت بالغرس، الأدوات المستخدمة في الوشم، المناشير والمسامير، وتصنف النفايات الحادة كنفايات عالية الخطورة وذلك لقدرتها على اختراق الجلد وأحياناً العضلات

سواء كانت ملوثة أو غير ملوثة. فإن اختراق الأدوات الحادة للجلد والعضلات أو قطع الأوعية الدموية كلها تعتبر أخطاراً شديدة حتى لو كانت الأداة الحادة غير ملوثة.

٢ - ٩ - ٤ النفايات الصيدلانية

تشمل بقايا الأدوية في العبوات، الأدوية منتهية الصلاحية، الأدوية المنسكبة، المنتجات الصيدلانية الملوثة، الفائض من الأدوية والمصوّل واللقاحات التي لم تعد ضرورية، العبوات مثل العلب التي تحوي بقايا أدوية، القوارير، الأقنعة، القفازات، أنابيب التوصيل التي استخدمت في الأعمال الصيدلانية.

٢ - ٩ - ٥ النفايات السامة للجينات

هي نفايات شديدة الخطورة وتقسم من حيث تأثيرها على الجينات إلى:

- نفايات مسرطنة Carcinogenic

- نفايات ماسحة Teratogenic

- نفايات مطفرة Mutagenic

تعتبر النفايات السامة للجينات شديدة الخطورة وهي تسبب المشاكل داخل المنشآت الصحية حتى بعد التخلص منها، حيث يمكن أن تلوث عناصر البيئة ومن ثم تهدد الصحة العامة.

توجد النفايات السامة للجينات في بقايا عبوات المركبات الصيدلانية التي تحويها أو الكميات الفائضة أو المرتجعة أو المنتهية الصلاحية، الأدوات التي استخدمت في المعالجة (المحاقن، الإبر،...الخ) أو قيء وبراز المرضى المعالجين بهذه المركبات ولاسيما مرضى السرطان، أو الذين يتناولونها كعوامل تثبيط المناعة عند زراعة الأعضاء أو في معالجة بعض الأمراض المناعية، ويجب الانتباه

إلى أن مفرزات أجسام المرضى المعالجين بهذه الأدوية تعتبر سامة للجينات لمدة لا تقل عن ٤٨ ساعة وقد تستمر هذه السمية أسبوعاً بعد المعالجة في بعض الأحيان.

٢ - ٩ - ٦ النفايات الكيميائية

يمكن للنفايات الكيميائية أن تكون على ثلاثة أشكال:

- صلبة.

- سائلة.

- غازية.

تنجم النفايات الكيميائية الخطرة عن المواد المستخدمة في الأعمال التشخيصية ولجراءات التطهير والتعقيم والمعالجة وتحدد خ特ورة النفايات الكيميائية بوحدة أو أكثر من الصفات التالية:

- آكالة: مثل الأحماض والقواعد المركزة (أحماض ذات PH أقل من ٢) قواعد ذات PH أكثر من ١٢.
- سريعة الاشتعال.
- سريعة التفاعل (قابلة ل الانفجار، سريعة التفاعل مع الماء، ذات حساسية للصدمات).
- سامة للجينات.

كما يمكن أن تشمل النفايات الكيميائية على المركبات والمواد التالية:

❖ الفورم ألهيد:

يستخدم في المستشفيات لتنظيف وتطهير المعدات (مثل أجهزة غسيل الكل، المعدات الجراحية) كما يستخدم لحفظ العينات والجثث أو أجزاء منها في المراكز التدريبية والتعليمية، ويستخدم في أقسام التشريح والتحنيط، كما يستخدم في الوحدات التمريضية وفي وحدات غسيل الكل.

❖ الكيماويات العضوية وتشمل:

- أ- محليل التطهير والتطبيقات مثل المحليل ذات الأساس الفينولي المستخدمة لتنظيف الأرضيات، وفوق كلور الإيثيلين المستخدم في الورش ومغاسل الملابس.
- ب- الزيوت- زيوت مضخات التقطيع، زيوت محركات المركبات المستهلك.
- ت- مبيدات الحشرات والقوارض.

❖ المذيبات وتشمل:

- ١- المركبات المهلجةة مثل كلوريد الميثيلين، الكلوروفورم ترايكلوروإيثيلين، مواد التبريد.
- ٢- المركبات غير المهلجةة مثل الزايلين، الميثanol، الأسيتون، إيزوبروبانول تولوين، اسيتات الإيثيل، الإسيتوننرايل.

❖ الكيماويات الفوتوغرافية:

التي تستخدم في أقسام الأشعة السينية لأغراض تثبيت وإظهار صور الأشعة. وتحتوي المظهر على حوالي ٤٥% من غلوتار ألهيد كما يحتوي المثبت على ١٠-٥% من هيدروكوبينون، ١-% من

هيدروكسيد البوتاسيوم وأقل من ١٪ فضله. كما يستخدم حمض الخليك لإيقاف عمليات التظليل والتثبيت.

❖ الكيماويات غير العضوية: وتشمل غالباً :

- ١- الأحماض: مثل أحماض الكربونيك، الهيدروكوربوريك، النيتريل.
- ٢- القواعد والقلويات: مثل هيدروكسيد الصوديوم، محليل الأمونيا.
- ٣- المؤكسدات: مثل برمجنات البوتاسيوم، ديكرومات البوتاسيوم.
- ٤- عوامل مختزلة: مثل كبريتات الصوديوم.

٢ - ٩ - ١ - ٧ النفايات التي تحتوي على نسب عالية من المعادن الثقيلة

هي نفايات أفرد لها باب خاص كونها عالية السمية وتصنف كنفايات كيميائية خطيرة وتشمل النفايات التي تحتوي على:

- ١- الزئبق مثل موازين الحرارة والضغط المكسورة أو المستهلكة والنفايات الناجمة عن طب الأسنان.
- ٢- الكادميوم الذي يوجد في البطاريات المستهلكة.
- ٣- الرصاص المستخدم في الوقاية من الإشعاع في أقسام الأشعة.
- ٤- الزرنيخ الذي قد يتواجد في بعض العقاقير.

٢ - ٩ - ١ - ٨ العبوات المضغوطه

تستخدم في الرعاية أنواع كثيرة من الغازات أهمها:

- ١- الغازات المخدرة ومنها أكسيد النتروز، الهيدروكربونات المهلجة المتطايرة مثل الهالوتين، الإيزوفلورين والانفلورين وتستخدم في الكثير من الأقسام والأعمال الخاصة بالرعاية الصحية

مثل العمليات الجراحية، عمليات الولادة، عمليات الإسعاف، ممارسات طب الأسنان، أشاء الإجراءات المؤلمة... الخ.

٢- أكسيد الإثيلين: يستعمل في تعقيم المعدات الجراحية والأدوات الطبية وفي غرف العمليات أحياناً وفي أماكن التخزين المركزية.

٣- الأكسجين: يستعمل لتزويد المرضى بالأكسجين أشاء العناية المديدة أو التنفس الاصطناعي أو أشاء العمليات الجراحية ويمكن أن يخزن في عبوات مغلقة أو يوزع بشكل أنابيب مرئية.

٤- الهواء المضغوط: يستخدم غالباً في أعمال المختبر والتنفس الاصطناعي، ومعدات الصيانة... الخ.

تخزن الغازات غالباً في أسطوانات مضغوطة وقراطيس وعلب الإرذاذ ويمكن إعادة استخدام بعض الأسطوانات مثل أسطوانات الأكسجين التي يتم تعبئتها أكثر من مرة، ولكن يجب التخلص من عبوات الإرذاذ بعد الانتهاء من استخدامها بشكل صحيح.

تحتاج الغازات المضغوطة إلى تعامل سليم بغض النظر عن نوعها لأن تعرض العبوات إلى التقب أو الحرارة قد يؤدي إلى انفجارها مع ما يترتب على ذلك من أذى صحي.

٢ - ٩ - ١ - ٩ النفايات المشعة

هي تلك النفايات التي لها نشاط إشعاعي يؤثر على تركيب الخلية أي تلك النفايات التي تطلق الإشعاعات المؤينة. ومن حيث التأثير لا يستطيع الإنسان أن يميز تلك الإشعاعات بواسطة حواسه إلا إذا أدت إلى ظهور احمرار أو حرق في المنطقة المعرضة من الجلد أما التعرض لكميات كبيرة من

الإشعاع فقد يؤدي إلى الوفاة كما حدث أشاء إلقاء القنبلة النووية على هيروشيما أو انفجار المفاعل الذي في تشيرنوبول.

أما النفايات المشعة الناجمة عن أعمال الرعاية الصحية فغالباً ما تؤدي إلى أعراض وأضرار بسبب التعرض المستمر أو المتكرر لهذه النفايات أثناء التعامل معها وتخزينها أو التخلص منها.

٢ - ٩ - ١ - الإشعاعات المستخدمة في الرعاية الصحية

تشمل الإشعاعات المستخدمة في الرعاية الصحية الآتي :

١- أشعة أكس: تتبعث من أنابيب أشعة أكس عند تشغيل معدات التوليد الإشعاعي فقط وتتوقف بانتهاء التشغيل.

٢- أشعة جاما: هي إشعاعات كهرومغناطيسية ولكن موجاتها أقصر من أشعة أكس وقدرتها على الاختراق عالية وتحتاج إلى استخدام الدروع الرصاصية أو المصنوعة من الخرسانة السميكة للحماية منها، وهي لا تتوقف عند انتهاء تشغيل الأجهزة ولذلك تحتاج إلى التدريع.

٣- دقائق ألفا: هي موجة الشحنة وتشمل البروتونات والنيوترونات وقدرتها على الاختراق ضئيلة وتشكل خطراً على الإنسان عند استنشاقها أو ابتلاعها.

٤- دقائق بيتا: هي الكترونات سالبة الشحنة تستطيع أن تغير تركيب البروتينات داخل الخلايا من خلال عملية تأبيتها.

الجدير بالذكر أن المواد المشعة في حركة دائمة وتحول مستمر من مركب إلى آخر حيث أن النشاط الإشعاعي يؤدي إلى انطلاق الطاقة والتحطم الذاتي التدريجي ويسمى ذلك (البلى الإشعاعي) ويقاس

البلى الإشعاعي بالوقت اللازم لتناقص النشاط الإشعاعي لمادة مشعة إلى النصف. إن نصف العمر الإشعاعي مختلف للمواد حيث يمكن أن يكون أجزاء من الثانية وقد يبلغ آلاف السنين.

تستخدم الرعاية الصحية مجموعة من المواد المشعة لأغراض تشخيصية وعلاجية، وقد تشمل النفايات المشعة المواد الصلبة والسائلة والغازية الملوثة بالتوكيدات المشعة وتكون المواد المشعة المستخدمة في

الرعاية الصحية على شكلين:

✓ الشكل المفتوح: غالباً ما تكون على شكل سوائل يتم استخدامها مباشرة ولا تكون مغلفة أشاء الاستخدام.

✓ الشكل المغلف: وتكون المواد المشعة محتواة في أجزاء من المعدات أو التجهيزات أو مغلفة (مكبسنة) داخل أشياء غير قابلة للكسر أو التلف أو كتيمة مثل الكبسولات والحقن.

وفي معظم الأحيان تكون المواد المشعة المستخدمة في الرعاية الصحية ذات عمر نصفي قصير ولكن في بعض الأحيان تفرض بعض الإجراءات والتدخلات الطبية استخدام مواد مشعة ذات عمر نصفي أطول . وفي الغالب تكون على شكل دبابيس وأبر أو بذور ومن الممكن إعادة استخدامها بعد تعقيمها مرة أخرى.

٢ - ١ - ٢ - تصنیف النفايات المشعة الناتجة عن أنشطة الرعاية الصحية فتقسم إلى:

١- نفايات مغلفة.

٢- مولدات التوكيدات المشعة المستفدة.

٣- النفايات الصلبة ذات المستوى المنخفض - مثل الأوراق الماخصة، المسامات، القوارير، المحافق، والأواني الزجاجية.

- ٤- المتبقيات من شحنات المواد المشعة ومحاليل التويدات المشعة التي تم الاستغناء عنها في التشخيص أو العلاج.
- ٥- السوائل غير القابلة للامتزاج مع الماء، مثل الفضلات السائلة لعداد الومضان وزيت المضخة الملوث.
- ٦- النفايات الناجمة عن انسكاب المواد المشعة.
- ٧- النفايات الناجمة عن تطهير المواد المشعة المتسكبة.
- ٨- إفرازات المرضى الذين عولجوا أو تم فحصهم بالتويدات المشعة المفتوحة.
- ٩- نفايات سائلة تحتوي نسب متحفظة من التويدات المشعة مثل تلك الناتجة عن جهاز الغسيل.
- ١٠- الغازات والعادم الناتجة عن المخازن وخزانات الأبخرة.
- ١٠- الأشخاص الأكثر عرضة للإصابات هم:
- كل الأشخاص المحيطين بالنفايات الطبية معرضين لخطر الإصابة بما في ذلك المنتج لتلك النفايات بالمرفق الصحي أو الأشخاص في الخارج المسؤولين عن نقل النفايات والتخلص منها.
- ✓ الأطباء وطاقم التمريض والعاملين بالمرفق الصحي.
 - ✓ المرضى. الزائرين للمرفق الصحي.
 - ✓ العاملين والعمالات بالنظافة والمغسلة ونقل القمامات داخل المرفق.
 - ✓ عمال المكبات أو المحارق أن وجدت.

٢ - ١١ مصادر النفايات الطبية

توزع مصادر النفايات الطبية في المشافي بشكل عام مع مراعاة اختلاف بعض النسب في المشافي باختلاف الأقسام المؤلف منها [12].

يبين الجدول (٢) مصادر النفايات الطبية في المشافي بشكل عام [٧] .

الجدول (٢) يبين توزع مصادر النفايات الطبية في المشافي بشكل عام

نوع	النسبة المئوية %
غرف قسم الجراحة	10.8
بقية الأجنحة	33
قسم العمليات	4
الوحدات التشخيصية	21
قسم الإسعاف	2
قسم العناية المركزية	4.1
خدمات الأغذية	20.8
وحدات أخرى	4.3

٢ - ١٢ أخطار النفايات الطبية

١. هذه المخلفات تمثلية بالميicroبات والفيروسات الناقلة للأمراض خاصة تلك التي تنتقل عن طريق الدم.

٢. تكون سببا لتكاثر الحشرات والذباب والقوارض التي تلامسها مباشرة، وتتوسيع دائرة انتقال الأمراض لمناطق أوسع من الناحية السكنية.

٣. إن المواد البلاستيكية مثل الإبر والسرنجات وزجاجات المحاليل التي تلقي في القمامه عند الحرق تؤدي إلى انبعاث المواد المسرطنة مثل الدايوكسين والبنزوبايرين.

٤. عدم التعامل السليم مع المخلفات الطبية الخطيرة والحاده والملوئه قد يؤدي للإصابة ببعض الأمراض الخطيرة عند الوخز بالإبر مثل الإيدز والتهاب الكبد الوبائي الذي ينتقل من المريض عن طريق الدم.

إن عدم وجود الإدراة الجيدة لنفايات الرعاية الصحية في المنشآت الصحية ومرافق البحث العلمي قد يؤدي إلى مخاطر عديدة وتخالف هذه المخاطر باختلاف نوع النفايات مثل:

١٢ - ١ مخاطر العدوى

أهم هذه المخاطر هي إمكانية العدوى بمرض الإيدز (نقص المناعة المكتسبة) والالتهاب (B&C) الكبدي الوبائي. وتنتقل هذه الأمراض من خلال الجروح التي قد تحدث بواسطة الأدوات الحادة الملوئه أو من خلال أغشية العين إذا تطابرت فيها المواد المعدية، وقد بررحت الدراسات السابقة بأن فيروس التهاب الكبدي الوبائي يمكن أن يستمر معديا داخل الحقنة لمدة ثمانية أيام من تاريخأخذ عينة الدم ولهذا فإنه من المحتمل انتقال العدوى من حوائط وخز الإبر الملوئه الملقة في النفايات الطبية.

تشير مصادر منظمة الصحة العالمية إلى أن احتمال انتقال العدوى بعد حادثة وخز إبرة ملوئه تكون

كالتالي: [٩]

✓ ٠.٣% للايدز .

✓ ٣% لالتهاب الكبد الوبائي (B) .

✓ ٣-٥% لالتهاب الكبد الوبائي (C).

كما أنه قد تظهر أمراض أخرى مثل التيتانوس أو الالتهابات الموضعية أو العامة بالجسم وذلك بعد الإصابة الناتجة من التعامل مع النفايات المعدية، إن أكثر الفئات عرضة لمخاطر النفايات الطبية هم الكادر الصحي مثل (الأطباء، الممرضات، فنيو المختبر) إضافة إلى عمال النظافة الخاصة بالنفايات الطبية.

وقد تنتقل العدوى إلى أفراد عائلة المريض وزملائه في العمل، كما أن مدمني المخدرات قد يلقطون بعض الحقن المستعملة لاستعمالها في حقن أنفسهم مما قد يسبب نقل العدوى لهم. ونظراً لاحتواء النفايات الطبية على جراثيم معدية فإنه قد ينتج عنها تلوث لبيئة المستشفى الأمر الذي يؤدي إلى انتشار عدوى المستشفيات بدرجة كبيرة، ومن المعروف بأن عدوى المستشفيات من المخاطر التي تعمل إدارة المستشفيات على درتها تسبب انتشار لأنواع عديدة من البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية.

٢ - ٢ - مخاطر التسمم والحرائق

قد تسبب العقاقير والأقراص الملقاة مع النفايات الطبية لمن يلقطها من الجمهور أو الأطفال أضرار صحية عند بلعها أو استعمالها مرة أخرى، أما أن نفايات الأدوية الكيماوية التي تستعمل في علاج السرطان قد تسبب خطراً على صحة الأفراد والبيئة إذا لم يتم جمعها ومعالجتها معالجة صحيحة.

٢ - ٣ - مخاطر إشعاعية وكيماوية

بالإضافة إلى المخاطر البيولوجية والفيزيائية التي تترجم في الأساس من النفايات الحادة فإنه ينتج عن سوء إدارة النفايات الطبية مخاطر كيميائية وأخرى إشعاعية تضرّ كثيراً بصحة المعرضين لها، ففي

مدينة ريو دي جانيرو ونظراً لسوء تخزين النفايات المشعة فقد تسببت النفايات الطبية في مقتل أربع أشخاص ولصابة 28 آخرين بحروق بالغة [13].

٤ - ١٢ - المخاطر البيئية

بالإضافة إلى تلوث الهواء بالملوثات الخطيرة مثل الدايوكسين فإن النفايات الطبية لها تأثيرات بيئية شديدة الخطورة على البيئة وبصفة خاصة على جودة المياه حيث أن المياه العادمة من المنشآت الصحية تحتوي على كميات كبيرة من المواد الكيماوية التي يتم صرفها إلى شبكات الصرف وهنا تكمن مشكلة العناصر الثقيلة مثل الزئبق والكادميوم والتي تلوث الحمأة الناتجة في محطات معالجة الصرف الصحي مما يقيد من استخدامات هذا الحمأة في الأغراض الزراعية. ويعتبر التخلص من النفايات من خلال دفنه في المرامي (المدافن) العامة مشكلة بيئية تسبب تلوثاً للتربة وللمياه الجوفية نظراً لاحتواء هذه النفايات على نفايات صيدلانية ومواد كيماوية أو مخلفات الحرق أو الحمأة الملوثة بالمعادن الثقيلة.

٤ - ١٣ - غياب التشريعات والأنظمة

تتوفر في معظم الدول العربية إن لم يكن جميعها قوانين وتشريعات بيئية بالإضافة إلى اللوائح التنفيذية لها إلا أنها خلت من تفاصيل دقيقة حول التعامل مع النفايات الطبية الخطيرة وفيما عدا النظام الموحد للنفايات الطبية الصادر بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية والذي اعتمدته المجلس الأعلى لقيادة دول المجلس في دورتهم الثانية والعشرين (مسقط، ديسمبر 2001 م) فإن أغلب الدول العربية اكتفت ببعض القرارات الوزارية والأدلة الإرشادية.

وفي تقرير صادر عن الأمم المتحدة لتقدير مدى كفاية التشريعات البيئية في منطقة الإسكندرية أفاد التقرير أن القوانين البيئية غير كافية لعدة أسباب منها:

- ✓ أن القوانين البيئية المعمول بها لم تنفذ بشكل صارم ودقيق.
- ✓ افتقار المؤسسات المعنية بالإمتثال البيئي إلى الدعم السياسي القوي.
- ✓ النقص في الموارد الازمة لإنفاذ التشريعات البيئية.
- ✓ امتياز بعض المؤسسات الضخمة ذات المردود الاقتصادي العالي عن الخضوع للرقابة البيئية.

وأيضاً ومن خلال دراساتنا الميدانية اتضح لنا أن عدم الالتزام من قبل الشركات العاملة في مجال الصيانة والنظافة وحتى شركات المعالجة بتطبيق الأنظمة والتعليمات أدى إلى تفاقم المشاكل الناتجة عن النفايات الطبية [14].

٢ - ١٣ - ١ عدم تحديد المسؤوليات

من التجربة الميدانية فإن إدارة النفايات الطبية الخطيرة ليست محددة بإدارة معينة أو بأشخاص محددين ففي بعض المنشآت الصحية تكون تابعة لبرامج مكافحة العدوى وفي بعض المنشآت تكون تابعة لإدارة الصيانة (الخدمات المساعدة) ولا يوجد تحديد واضح لمسؤوليات الفريق الطبي مع أن النفايات الطبية يتعامل معها جميع الكوادر الفنية الطبية أو الطبية المساعدة سواء أطباء أو ممرضين أو فنيو مختبر وذلك بذاته من مصدر إنتاجها وحتى التخلص النهائي منها. ومن خلال تقرير الإسكندرية [11] عن المسؤوليات والواجبات للجهات المعنية بالصحة والبيئة أفاد التقرير إلى أن إنشاء وزارات وهيئات للبيئة في الدول خطوة جيدة ولكن عدم تحديد المسؤوليات بالنسبة للوزارات المعنية بالبيئة أضاف

انعكاسا سلبيا من حيث تعدد الصلاحيات وعدم ممارسة وزارات وهيئات البيئة ل كامل مهامها، ومن المعروف أن تعدد المسؤوليات والصلاحيات من شأنه إلغاء المسؤوليات وتضاربها وهذه من الأمور التي يجب معالجتها في تحديد القوانين البيئية.

٢ - ١٣ - ٢ غياب الجهات الرقابية

إن عدم تحديد المسؤوليات والواجبات وتحديد الأدوار المنوطة بكل جهة رقابية وعدم تفعيل القوانين والتشريعات المعمول بها وبصفة خاصة الجهات الرقابية وغياب الرقابة على أداء الشركات العاملة في مجال إدارة النفايات الطبية أدى إلى تفاقم المشكلة وعدم الالتزام بالقوانين والتشريعات.

٢ - ٤ طرائق التعامل السليم مع المخلفات الطبية [٤] :

لإبعاد الخطر عن الأفراد العاملين بالمرافق الصحية من ممرضين وفنين وأطباء وكذلك إبعاد الخطر عن الأشخاص المحيطين والمجتمع والبيئة بصفة عامة فهناك عدة خطوات لو استخدمت لأصبح المرفق الصحي مصدراً للشفاء وليس مصدراً للعدوى وخطر للبيئة.

٢ - ٤ - ١ الخطوة الأولى: تطبيق نظام التصنيف للمخلفات الطبية والغير طيبة

(System of segregation)

حيث تقسم النفايات كآلاتي:

- ✓ النفايات العامة مثل بقايا الطعام ، الأوراق، علب البلاستيك، علب المشروبات الغازية، مناديل ورقية أو أي شيء مماثل غير ملوث بمخلفات المرضى ، تجمع وتوضع في أكياس خاصة بها.

✓ النفايات الطبية أو مخلفات المرضى الناتجة من العناية بهم من الأقسام المختلفة كحجارات الإيوا ، صالات العمليات وحجرات الإنعاش وأقسام المستشفى التخصصية ومعامل التحاليل بكافة أنواعها، توضع في أكياس خاصة بها ويتم تجميعها والتعامل معها بحذر شديد.

✓ المواد والمخلفات الحادة كالإبر والحقن والمشارط والزجاج المكسور في الحالتين ملوث وغير ملوث [15].

تصنيف المخلفات الطبية عند أماكن إنتاجها:

أ- عزل وفصل المخلفات الخطرة والمعدية عن القمامات العامة، حتى يتسنى التعامل السليم والحذر مع النفايات المعدية والتي تكون أقل في الكمية من القمامات العامة.

ب- معالجة كل نوع على حدة للتقليل من تكاليف التخلص من النفايات الخطرة والسامة، النفايات السامة والمعدية مع أن كمياتها أقل إلا أنها تحتاج لمعالحة أكثر وفي حالة اختلاطها مع القمامات العامة تكون كلفة المعالجة أكثر.

ج- إمكانية الاستفادة من بعض المواد التي من الممكن إعادة تصنيعها . إن تصنيف المخلفات في أماكن إنتاجها يساعد على جمع أنواع من النفايات التي يمكن إعادة تصنيعها وتكون أنظف وأنقى منها عند اختلاطها مع القمامات الأخرى.

د- التقليل من خطر العدوى، عند فصل المخلفات الحادة عن المخلفات الأخرى، وضع المواد الحادة والإبر مباشرة في علب البلاستيك المقوى يساعد في التقليل من الإصابات بأمراض الدم المعدية [16].

٢ - ١٤ - ٢ الخطوة الثانية: استخدام الأكياس المخصصة لكل نوع من النفايات

- ✓ أكياس باللون الأسود للمخلفات العامة مثل مخلفات المكاتب وحجرات الأطباء وطاقم التمريض من أوراق وعلب ومخلفات المطعم من بقايا الأطعمة وغيرها.
- ✓ أكياس باللون الأحمر الفاقع (توجد عليها العلامة الدولية للمخلفات البيولوجية الخطرة) توضع بها المخلفات الطبية للمرضى.
- ✓ إلزام العاملات بوضع أكياس بالوزن المناسب في سلات القمامنة داخل الأقسام مع الأخذ في الاعتبار حجم السلة مع حجم النفايات، ويراعى عدم تعبئته السلات أكثر من اللازم وأن تكون بغطاء بعيدة عن سرير المريض.
- ✓ يجب أن تكون هناك سلطان في كل حجرة للمرضى أحدها بكيس أحمر وهي لنفايات المريض المعدية والأخرى بكيس أسود لبقايا الغداء أو الورق أو علب البلاستيك.
- ✓ يجب عدم نقل أكياس المخلفات باليد عبر المرات حتى لا تتمزق، تنقل عادة بعربات صغيرة إلى مكان التجميع المؤقت [17].

٢ - ١٤ - ٣ الخطوة الثالثة: استعمال حاويات خاصة

- ضرورة استعمال حاويات أو حافظات صغيرة من البلاستيك المقوى عليها إشارة المخلفات البيولوجية الخطرة لجمع بقايا الإبر والحقن بعد استخدامها مباشرة وعدم رميها نهائيا بأكياس القمامنة ويتم التخلص منها بعد تعقيمها بواسطة المحارق، ويجب أن لا تعبأ تلك الحافظات أكثر من ثلاثة أرباعها [18].

٤ - ٤ - ؛ الخطوة الرابعة: استخدام الطرق السليمة للتخلص من بعض النفايات الطبية
استخدام الطرق السليمة للتخلص من بعض النفايات الطبية مثل التعقيم البخاري والمعالجة الكيماوية
قبل وضعها مع النفايات الأخرى [19].

معالجة المخلفات المعدية معالجة سليمة:

- أ- عند المعالجة بواسطة المحارق يجب اختيار محرقة مناسبة وآمنة للبيئة والأفراد، نوع المحرقة مهم عند الاختيار، فبعض المخلفات تحتاج لمواصفات معينة فمثلاً المخلفات الصيدلانية تحتاج إلى محرقة بدرجة حرارة لا تقل عن ١٢٠٠ درجة مئوية حتى لا يحدث انبعاث للأبخرة السامة.
- ب- العمل على تقليل تكاليف التخلص ومعالجة المخلفات، إن معالجة بعض المخلفات بمواد كيماوية أو بواسطة التعقيم البخاري يقلل من كمية النفايات الذاهبة للمحارق فتقل مساحة التلوث عند نقلها.
- ج- معالجة المخلفات الطبية السائلة، معالجة الأحماض والقلويات الناتجة من معامل التحليل ومعامل الباثولوجي قبل تصريفها لشبكة المجاري العامة يقلل من تلف الشبكة، ومعالجة مجاري أقسام الأمراض السارية قبل تصريفها يقلل من انتشار الأوبئة.
- د- العمل على التقليل من الأبخرة السامة المنبعثة من المحارق، ضرورة المتابعة والكشف الدوري على أجهزة ومصافي المحارق تقادياً لابعاث الأبخرة السامة في الهواء الجوي.
- هـ- التقليل من زمن تخزين المنتجات السامة ورماد المحارق، يفضل عدم تخزين المواد الكيماوية السامة لفترات طويلة والتخلص من رماد المحارق الناتجة بشكل دوري بنقلها ورمدها بعيداً عن المناطق السكنية [20].

٢ - ٥ الخطوة الخامسة: استخدام عربات تجميع القمامات المؤقتة

استخدام عربات تجميع القمامات المؤقتة (الحين قدوم سيارة نقل القمامات) لكل نوع على حدة ويراعي الآتي:

- ✓ عدم تجميع النفايات من قبل العاملات وعدم وضعها في الممرات والردهات أمام المارة أو الزوار لحين نقلها خارج المرفق الصحي.
- ✓ عدم تخزين النفايات في مساحات مفتوحة معرضة للأمطار والحيوانات والطيور والحشرات والقوارض الناقلة للأمراض ويفضل خزنها في مكان مغلق مع وجود تهوية ممتازة.
- ✓ سهولة وصول عاملات وعمال النظافة بالمرفق الصحي وعربات نقل النفايات إلى الخارج.
- ✓ صعوبة وصول المارة وزوار المرفق الصحي لمكان التجميع المؤقت للنفايات.
- ✓ استخدام عربات بلوتين (الأصفر للنفايات الطبية والرمادي للمخلفات الأخرى) في مخزن التجميع المؤقت وتوضع في أماكن بعيدة عن بعضها حتى لا يحدث خلط، وأن تكون غير منفذة للسوائل حتى لا تلوث الأرضية بالميكروبات المعدية وتنقلها الأقدام بدورها إلى داخل المرفق الصحي.
- ✓ وجود مصدر للمياه لتنظيف الأرضية وتصريف جيد لها.
- ✓ إبعاد مراكز تجميع النفايات المؤقتة عن مخازن الأغذية والمطعم والمطبخ.
- ✓ الحث على ارتداء القفازات والمعاطف الواقية للعاملين بنقل النفايات الطبية تحسباً لأي وخذ بالإبر أو تسرب لبعض السوائل الملوثة.
- ✓ ضرورة وجود وقت ثابت لنقل القمامات من المرفق الصحي، على الأقل مرة واحدة يومياً ويفضل جمع القمامات في كل وردية عمل.

- ✓ يفضل جمع الأكياس السوداء لقمامدة العادمة في وقت يختلف عن وقت جمع الأكياس الحمراء للمخلفات الطبية حتى لا يحدث خلط بينهم.
- ✓ يراعى عدم امتلاء أكياس القمامنة أكثر من ثلاثة أرباع الكيس حتى يسهل إغلاقها والتعامل معها حتى لا تتعرق بسبب الامتلاء الكامل.
- ✓ يفضل بعد امتلاء الأكياس الحمراء بالمخلفات الطبية أن توضع علامات مختصرة عليها تخص القسم الذي جمعها والمسؤول عن تلك المناوبة وتاريخ تجميعها.

هذه المعلومات تفيد في التعرف على تلك المخلفات وكمياتها ويوم تجميعها لتحديد كمية المخلفات لكل قسم ومعرفة كيفية التعرف عليه في حالة تم العبث بتلك المخلفات [21].

٢ - ١٤ - ٥ - ١ تدريب الطاقم الطبي المسؤول عن تنظيف ونقل والتخلص من المخلفات الطبية والغير الطبية

أ- تدريب الطاقم الطبي على كيفية فصل أنواع المخلفات الطبية والغير طبية، عمل دورات تدريبية مصغرة في كل قسم على كيفية عزل ونقل كل نوع من المخلفات على حده مع تزويدهم بما يلزم لذلك.

ب- تزويذ العاملين بمعلومات عن مخاطر المخلفات الطبية لكل قسم على حده، عمل دورات مكثفة الهدف منها توعية طاقم التمريض والعاملين بأخطار المخلفات الطبية مع ذكر إحصائيات وأبحاث في هذا المجال.

ج- كيفية جمع المخلفات و اختيار أماكن التجميع المؤقت وأماكن وضع السلات، وضع مخطط عام للمرفق الصحي يبين أماكن السلات في حجرات المرضى والأقسام وأماكن الجمع المؤقت لحين نقلها

خارجاً، ومسار سير عربات جمع القمامات داخل المرفق الصحي مع الأخذ في الاعتبار سلامة الأفراد والبيئة للتقليل من التلوث.

د- إعطاء وتوضيح المسؤوليات بالكامل، تحديد الأشخاص المسؤولين عن جمع القمامات من الأقسام والأشخاص المسؤولين عن نقلها من المرفق أو معالجتها [22].

الجمع المنفصل و المعالجة

الخطوات الازمة لتحسين الوضع الحالي :

- ١- تطبيق الفرز من المصادر .
- ٢- تزويد الشافي و المراكز الصحية بمجموعات خاصة للنفايات الطبية .
- ٣- وضع برنامج لجمع النفايات الطبية من الشافي و المراكز الصحية و العيادات و المعاير و العيادات بالتعاون ما بين وزارة الصحة و البلديات .
- ٤- اتخاذ التدابير الوقائية الازمة من قبل المحافظات خلص تجهيز مشارق العالمة الازمية بما يتناسب معه وسود اي ناس منها من قبل الباحثين و قطعان الماشية في المطامر غير المضبوطة حتى الان .



الوضع الحالي :

- ١- ما زال جمع نفايات المشاتل الصحية في أغلب المحافظات عشوائياً و غالباً باستعمال الآلات لا يراعى فيها طبيعة النفايات التي يتم تناولها مما يزيد من الآثار الضارة الناتجة عنها .
- ٢- تعمل الوزارة على دعم المحافظات لتأمين الآلات الازمة لأعمال النظافة من كبس و جمع و ترحيل و غيرها من ملايين تأمين الاعصابات الازمة من الأدوات و لائحة من الجهات الدولية المانحة .
- ٣- لوحظ في عدد من المحافظات تقل النفايات الطبية مخلطة مع المطحنة و طبعها و أحياناً يصلها إلى تركها معرضة للهواء و للبيش من قبل الباحثين و قطعان الماشية المراقبة لهم .
- ٤- يتم في دمشق حرق النفايات الطبية في محروقة موجودة في معمل المعنفة .

الشكل (٦) يبين عمليات الجمع المنفصل والمعالجة

٢ - ١٤ - ٥ - ٢ التقليل من كمية وخطورة المخلفات الطبية

- أ- التقليل من استخدام الآلات التي بها الزئبق، استخدام أجهزة الكترونية بدل عن الأجهزة التي بها الزئبق لتقليل من احتمالية تلوث البيئة بهذه المادة السامة جداً،
- ب- التقليل من استخدام الأشياء التي تتربك من PVC للتقليل من كمية هذه المادة في المخلفات وبذلك نقل نسبة انتبعاث الأبخرة السامة عند احتراقها.
- ج- استخدام مواد آمنة للبيئة يمكن إعادة استخدامها ، لتقليل كمية النفايات المحروقة وبالتالي تقليل كمية الأبخرة المنبعثة عنها.
- د- العمل على إعادة تصنيع بعض المخلفات للاستفادة منها، مثل الكرتون والبلاستيك وغيرها، لتقليل كمية النفايات الذهابه للمحرقة من جهة ولزيادة مصادر الدخل المادي للمرفق الصحي.
- هـ- حفظ سجلات المخلفات الطبية وبالاخص المواد السامة الخطرة، يتم الرجوع إليها عند وضع استراتيجية عامة لتخليص من النفايات السامة والطبية [23].

٢ - ١٤ - ٥ - ٣ نقص القوى العاملة المدرية

تحتاج برامج إدارة النفايات الطبية الخطرة إلى وجود أشخاص مؤهلين ومدربين تدريب متخصص على التعامل الآمن مع النفايات الطبية، ومن خلال التجربة التي تمت في دول الخليج فقد لاحظنا وجود نقص في القوى العاملة المدرية تدريباً متخصصاً على التعامل والتداول السليم للنفايات داخل المستشفيات وأيضاً نقص الخبرات والعمالة المدرية لدى الشركات العاملة في مجال جمع ومعالجة النفايات الطبية.

مثال حي لأهمية وجود مسؤولين مؤهلين لعملية إدارة النفايات عموما وبصفة خاصة الخطرة منها هو مناقصة التخلص من النفايات الطبية والتي طرحت هذا العام في مدينة حمص - سوريا حيث لم تحدد وثيقة الشروط للمناقصة (المواصفات الفنية) طريقة معينة لمعالجة النفايات وإنما ترك الباب مفتوحا لاجتهادات المتقدمين للمناقصة حيث نصت كراسة الشروط على استخدام المحارق أو الأوتوكلاف أو كلاهما معا، وهنا يجدر القول أنه على الجهات المعنية بإدارة النفايات الطبية تحديد أولا أنواع النفايات الطبية المتولدة لديها ومن ثم يمكن تحديد الطريقة الأفضل لمعالجة النفايات بدلا من تركها للمتقدمين لتحديد طرق المعالجة، وهذا يستلزم بالضرورة وجود مسؤولين فنيين مؤهلين لإجراء مثل هذه الدراسات وتحديد طرائق المعالجة المناسبة [24].

٢ - ٦ الخطوة السادسة لمعامل التحاليل

ضرورة التخلص من أطباق المزارع البكتيرية بواسطة التعقيم البخاري قبل رمي تلك الأطباق في أكياس المخلفات الطبية لزيادة التأكيد من القضاء على الميكروبات.

إجراء المعالجة الأولية لبعض المخلفات السائلة (المذيبات والأصباغ كما في معامل الباثولوجي) قبل تصرفها بشبكات المجاري العامة تقاديا للأضرار التي قد تسببها للشبكة والبيئة.

٢ - ٧ الخطوة السابعة لمصارف الدم

وضع وحدات دم المترعرعين الغير صالحة للاستخدام (بسبب انتهاء صلاحيتها أو احتواها على ميكروبات الدم المعدية) في أكياس حمراء (سميكه وغير منفذة للسوائل) ويتم التخلص منها بواسطة المحارق فقط وليس بالطرق الأخرى.

٢ - ١٤ - ٨ الخطوة الثامنة لمخازن الأدوية والصيدليات

الأدوية منتهية الصلاحية أو سينة التخزين تعاد للمصدر أو الشركة الموردة حتى يتم التخلص منها بمعرقهم ولا يتم التخلص منها بالمكبات العامة مع القمامات الأخرى.

٢ - ١٤ - ٩ الخطوة التاسعة لأقسام الإيواء

يجب وضع علامات على كل عينة يتم إرسالها من الأقسام إلى مختبر التحاليل تبين من أين أخذت ومدى خطورتها وهل المريض مصاب بمرض معدى حتى يتم التعامل معها بشكل سليم على حسب خطورتها كذلك التخلص منها بالشكل السليم [25].

٢ - ١٥ طرائق التخلص من النفايات الصلبة ونفايات المستشفيات

يحلم سكان العالم وبالاخص الوعيin منهم بالعيش في بيئه نظيفة ونقية خالية من مختلف أنواع الملوثات وقد انشأت الدولة في قطرنا هيئة عامة للبيئة وابتعتها إلى وزارة الإدارة المحلية لما توليه من أهمية لصحة المواطنين حيث ستؤثر النفايات على صحة الإنسان وبشكل خاص النفايات الطبية الناتجة عن المشافي والمستوصفات والمختبرات المختلفة وصولا إلى أصغر عيادة طبية وبناء على ذلك كان اهتمام محافظة دمشق وريف دمشق كبيرا بالأمور البيئية وكافة المشاريع الخاصة بالبيئة والمشاريع المتعلقة بالنفايات الطبية ومعالجتها.

التخلص من النفايات الناتجة من الأنشطة التي يقوم بها الأفراد من الأمور اليومية التي اعتادت عليها المجتمعات من بداية ظهور الحضارات الإنسانية، وازدياد كميات النفايات الناتجة أصبح متراافق مع زيادة التطور، ومع ارتفاع مستوى دخل الفرد والمعيشة وارتفاع مستوى العناية الصحية والنظافة الشخصية، كان الشغل الشاغل للمجتمعات خلال عقود هو البحث عن طرق يمكن بها التغلب على

هذه المشكلة ببساطة التكاليف، فكانت البدايات متواضعة جداً من عمليات إلقاء النفايات بدون معالجة إلى عملية الردم ثم الحرق البسيط إلى ظهور الطرق الحديثة في المعالجة كاستخدام التقنيات العالية مثل الإشعاع وغيرها.

معالجة النفايات (ونقصد بها أو نعرفها على أنها) الطرائق التي تمكننا من تغيير ميزات وخصائص المواد الخطيرة لجعلها غير خطيرة أو أقل خطورة بحيث يمكن بعدها التعامل معها بأكثر أمان، فيمكن نقلها أو جمعها أو تخزينها أو التخلص منها بدون أن تسبب أضرار للأفراد والبيئة.

خلال القرن الماضي ازداد مستوى العناية الصحية في المجتمعات فتري في كل مدينة أعداداً كبيرة من المرافق الصحية من مستشفيات وعيادات ومرافق طبية لعلاج الأمراض، يتعاملون مع أعداداً كبيرة من المرضى والمترددين. ويسبب كل هذه الأنشطة تنتج كميات هائلة من النفايات الطبية الخطيرة الأمر الذي دعا الدول للبحث عن طرق آمنة لمعالجتها والتخلص منها [26].

ومن طرق المعالجة المستخدمة:

٢ - ١٥ - ١ الردم (الطمر)

من أقمن الطرق المتبعة إلى الآن لا توجد مخاطر من استعمال طريقة الردم للمخلفات الطبية والبيولوجية إذا تمت إجراءات الردم بطريقة صحيحة وأمنة (Sanitary Landfills)، وهي طريقة مثالية لدول العالم الثالث، ولكن لا يفضل استعمالها في حالة المخلفات الطبية المشعة ومخلفات أدوية العلاج الكيماوي فهناك طرق أكثر أمناً ووثوقية منها. الردم (الطمر) الصحي هي طريقة تستعمل لردم النفايات الصلبة ويحتاج موقع الردم لمواصفات هندسية خاصة بعد دراسة جيولوجية للموقع بحيث تضمن عدم الإضرار بالبيئة عن طريق تسرب السوائل الناتجة من تحلل النفايات للمياه الجوفية،

والطريقة تعتمد على رص النفايات الصلبة لاستيعاب أكثر كمية ولتقليل النفادية وتغطية النفايات يومياً بطبقة طينية عازلة وغير منفذة. أما بالنسبة لطرق التخلص بواسطة المكبات المفتوحة (Open Dump) فإنها تستعمل بكثرة في دولنا العربية ولها مسار صحية وبيئية كبيرة وهي تعتمد على تجميع النفايات في شكل أكوام في ساحات خارج التجمعات السكنية ويتم حرق النفايات بين الحين والأخر لاستيعاب المزيد من النفايات [27].

تعتبر مدافن النفايات الصحية، كمرحلة التخلص النهائي من النفايات، جزءاً مهماً ورئيسياً في إستراتيجية الإدارة السليمة للنفايات، وعلى البلديات والسلطات المحلية في البلدان النامية أن تعتمد في خططها ضرورة إيجاد موقع آمنة للتلافي وردم النفايات بحيث تكون قادرة على استيعاب الزيادة في حجم النفايات الناجمة في السنوات القادمة، فبدون تلك المواقع المنظمة لإدارة النفايات سوف يكون من العسير منع الطمر العشوائي والحرق غير المشروع وبالتالي من المستحيل درء التلوث في المجتمع وجواره والبيئة المحيطة به، وهذا لا بد من الإشارة إلى أن المدافن الصحية هي في الحقيقة أنظمة هندسية لمعالجة وطرم النفايات والمخلفات ويجب تصميمها وتشغيلها ومراقبتها وفق مواصفات ومعايير علمية تحمي صحة الإنسان والبيئة. وإذا كانت المعايير المتبعة في هذا المجال لا تتحقق هذه الحماية المطلوبة، فلا بد من اتخاذ إجراءات تصحيحية فورية وخطوات وقائية لمنع وقوع مخاطرها في المستقبل. إن الرصد الدقيق والمستمر لموقع ردم النفايات من حيث مدخلاتها ومخرجاتها سواء الصلبة أو السائلة أو انبعاثاتها الغازية وكذلك مراقبة احتمال تسرب ملوثاتها إلى البيئة المحيطة يمثل العامل الأساسي في إنجاح عمليات المدافن الصحية كإحدى التقانات السليمة والفعالة ضمن

إستراتيجية الإدارة البيئية المتكاملة للنفايات وكذلك في تحقيق غاياتها في حماية البشر وصحتهم وببيتهم [28].

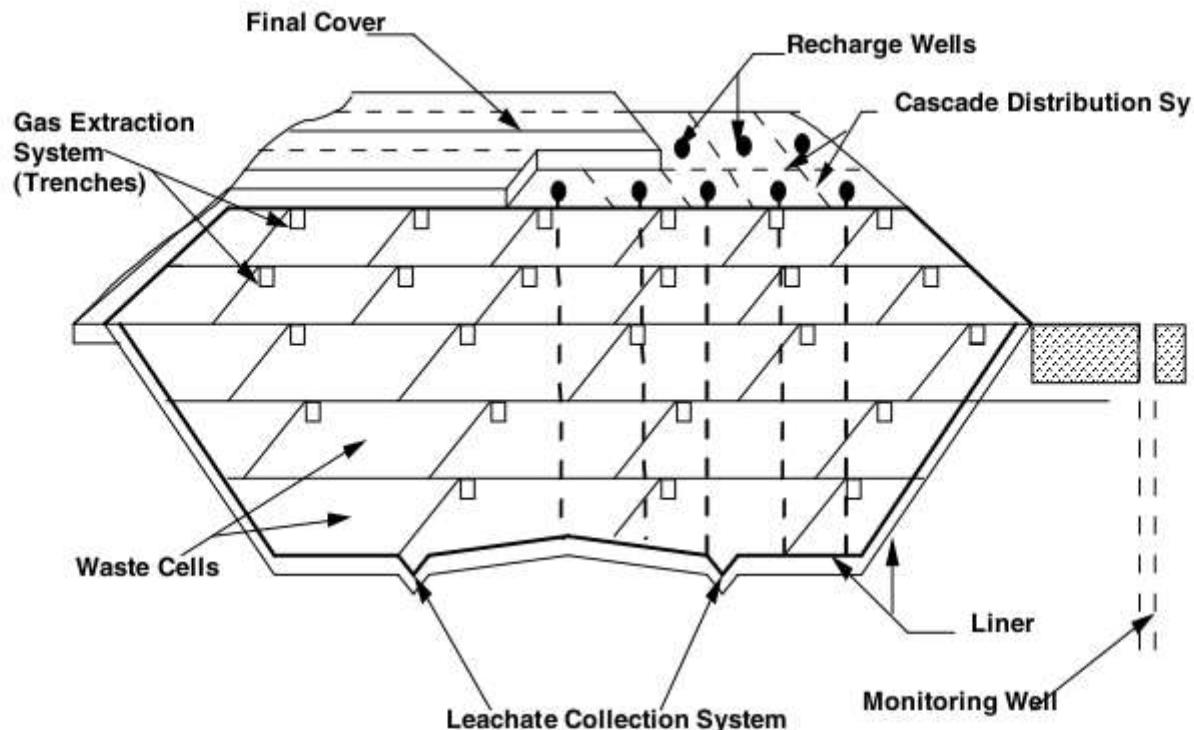
ومن الأساليب الحديثة المتتبعة في هندسة المدافن الصحية هو بناؤها وتشغيلها كمفاعلات حيوية تماماً، حيث يمكننا من خلال التصميم الهندسي والتنفيذ العملي والتشغيل المنظم بإتباع طريقة إعادة تدوير العصارة (الرشاحة) السائلة الناتجة عن تحلل المواد العضوية (والمواد الأخرى) الموجودة في تركيب النفايات وتفاعلاتها ضمن مدافن النفايات خلال مراحل تحولها المختلفة، وبذلك يتم تطوير الطريقة التقليدية في الردم الصحي إلى طريقة أكثر حيوية وديناميكية وذلك بجعل المدافن الصحية يعمل كمفاعل أرضي بيولوجي - كيميائي، يسرع ويسهل عمليات التحلل والتثبيت الحيوية ويوفر الطاقة الاستيعابية لتخزين ومعالجة العصارة الناتجة عنه ويزيد كمية الغازات البيولوجية (الميثان) الناجمة خلال عمليات التحلل والتي يمكن استغلالها كمصدر من مصادر الطاقة. ومن المفيد أن نوضح بأن التصميم الهندسي للمدافن الصحية الحديثة والتي تعمل كمفاعلات حيوية يتالف بالإضافة إلى بطانية المدافن (الفردية أو المزدوجة) والغطاءات الترابية اليومية والبلاستيكية النهائية وشبكة جمع العصارة وتصريفها ونظام تجميع واستخراج الغاز الحيوي (والקיימת جميعها في المدافن الصحية التقليدية) من كل من شبكة أنابيب تدوير العصارة وإعادة رشها وتوزيعها على سطوح طبقات النفايات المطمورة لضمان انسيا بها ضمن الطبقات المختلفة من خلال المسامات والأحاديد أو الخنادق والأنفاق الشاقولية والأفقية عالية المسامية أو من خلال المضخات والأنبوب المتقبة والموضوعة على مسافات منتظمة تؤدي إلى التوزع المتوازن للعصارة ضمن المدافن. وتتجدر الإشارة بأن نظام تجميع واستخراج الغاز الحيوي يكون عادة مجهزاً بشفاطات وأجهزة سحب للغاز ليتم تجميعه بهدف المعالجة والاستعمال

في إنتاج الطاقة بدلًا من تسربه البطيء إلى الهواء المحيط والمناطق المجاورة أو حرقه المباشر بواسطة شعلات اللهب، ويُدعم هذا التصميم الهندسي أيضًا بأجهزة المراقبة والقياس البيئية وكذلك بآبار رصد المياه الجوفية وذلك لالتقط إشارات مبكرة عن أي احتمال لوقوع التلوث.

ومما لا شك فيه أن المدافن الصحية الحديثة والتي تعتمد على إعادة تدوير العصارة أو ما يعرف بمدافن المفاعلات الحيوية تعتبر خطوة متقدمة على مدافن النفايات الصحية التقليدية والتي تخضع في تصميمها إلى الارشاد والعبور "وحيد المسار" للعصارة، لأن مدافن تدوير العصارة، ومن خلال التحكم الكامل في تصميمها ودارتها ورصدها، تقلل إلى الحد الأدنى من مخاطر التلوث والتسرب الناجمة عن عمليات ردم النفايات والتخلص النهائي منها حيث أنها تساهم وبشكل كبير في تعديل وتخفييف سمية النفايات والمواد بل وفي تحويلها إلى مواد ومركبات غير سامة أو أقل خطورة على الإنسان والبيئة.

وبناءً على ما سبق فلا بد من النظر الجاد في إمكانية استعمال مدافن المفاعلات الحيوية الحديثة في المنطقة العربية خاصة وأن كمية العصارة التي تنتج في كثير من مناطق الوطن العربي هي قليلة نسبياً نظراً للظروف المناخية الجافة والمطرية السائدة وبالتالي فإن متطلبات ومواصفات وعناصر هذه المدافن الهندسية سوف تكون أكثر مرونة وأقل صرامة وأخفض كلفة منها في الأقاليم الرطبة من العالم وتتجدر الإشارة بأن نظام تجميع واستخراج الغاز الحيوي يكون عادة مجهزاً بشفاطات وأجهزة سحب للغاز ليتم تجميعه بهدف المعالجة والاستعمال في إنتاج الطاقة بدلًا من تسربه البطيء إلى الهواء المحيط والمناطق المجاورة أو حرقه المباشر بواسطة شعلات اللهب. ويُدعم هذا التصميم الهندسي

أيضاً بأجهزة المراقبة والقياس البيئية وكذلك بآبار رصد المياه الجوفية وذلك لالتقط إشارات مبكرة عن أي احتمال لوقوع التلوث [29] كما في الشكل (٧) .



الشكل (٧) يوضح عناصر التصميم الهندسي لمدفن – المفاعل الحيوي الصحي.

إعادة شحن الآبار	recharge wells
توزيع متالي	cascade distribution
الرصد الجيد	monitoring well
المادة المرتاحة(نظام جمع)	leachate collection system
خلايا النفايات	waste cells
نظام استخراج الغاز	gas extraction system
الغطاء النهائي	final cover

٢ - ١٥ - الحرق (Incineration)

تعد طريقة الحرق من أكثر الطرق انتشاراً في الاستخدام عالمياً خلال السنوات الماضية وما زالت كثيرة الاستعمال وتجرى أما بواسطة محارق ذات تقنية عالية أو مجرد الحرق المفتوح في الساحات.

استعملت المحارق لعدة عقود في التخلص من النفايات الخطرة بوجه عام منها النفايات الطبية، ولا زالت هذه الطريقة الأكثر شيوعاً في العالم، ولكن في السنوات الأخيرة ظهرت شكاوى من بعض المنظمات والهيئات العالمية والتي نادت بضرورة وجود طرق بديلة عن عملية الحرق.

العديد من الدول لجأت للمحارق بسبب قلة مساحات الردم الصحي أو بسبب سوء طرق الردم القديمة الملوثة للبيئة ففي أوروبا ٦٠ % من النفايات يتم ريمها وفي إنجلترا وويلز ٣٩ % من النفايات الخطرة يتم ردمها.

ومع الزيادة الواضح في الكميات المنتجة من النفايات كل يوم تصبح عملية الردم الصحي مكلفة جداً.

✓ زيادة كمية النفايات في دول الاتحاد الأوروبي بنسبة ١٠ % من سنة ١٩٩٠ إلى سنة ١٩٩٥، وبنسبة ١٥ % من سنة ١٩٩٥ إلى سنة ٢٠١٠، والزيادة ستصل إلى ٢٠ % مع سنة ٢٠١٥.

✓ دول شرق أوروبا مثل سلوفاكيا والتشيك وبلغاريا ورومانيا وال مجر وبولندا والتي شهدت نمو واضح في اقتصادها، هذا النمو سيسبب في زيادة ضعف كمية النفايات المنتجة مع سنة ٢٠١٠.

✓ يحتمل أن تتضاعف كمية النفايات المنتجة من العاصم والمدن الرئيسية في دول آسيا مع

سنة ٢٠٢٥.

- مزايا وعيوب المحارق :

✓ المحارق لها مقدرة كبيرة في التقليل وانقص كمية النفايات المعدية والتي تشكل خطورة على

الصحة العامة والأفراد

✓ المحارق لها مقدرة كبيرة في التقليل وانقص كمية النفايات المعدية والتي تشكل خطورة على

الصحة العامة والأفراد .

✓ ولكنها في نفس الوقت وفي حالة وجود خلل أو عدم القيام بها بوجه سليم هناك احتمالات

كبيرة في ظهور أضرار نتيجة المعالجة قد تكون أثارها سلبية ومدمرة للبيئة المحيطة. فبعض

أنواع المخلفات الطبية تحتوي على كميات من الكلور ومواد التعقيم والمعادن الثقيلة والتي

تحت ظروف حرق ومعالجة معينة ينتج عنها غازات وأبخرة سامة جدا إلى الهواء الجوي

.[30]

٤ - ٢ - ١ - أفضل أنواع المحارق التي يمكن الاعتماد عليها في معالجة خطورة النفايات

من دون الإضرار بالبيئة

هناك العديد من الاعتبارات والعوامل والمتطلبات تتحكم فيما عند اختيارنا لأفضل طريقة معالجة أو

أفضل نوع لمحرق يمكن بها التخلص من المخلفات الطبية وأضرارها، منها:

✓ الفاعلية في التخلص من العوامل الممرضة.

✓ الاعتبارات الصحية والبيئية.

- ✓ اعتبارات السلامة والصحة المهنية.
- ✓ حجم وكمية المتبقى من النفايات بعد المعالجة.
- ✓ كمية النفايات المراد التخلص منها أو معالجتها.
- ✓ نوع النفايات المراد التخلص منها أو معالجتها.
- ✓ متطلبات البنية التحتية.
- ✓ توفر التقنية محلياً.
- ✓ الاختيارات المتوفرة لعملية التخلص النهائي.
- ✓ متطلبات التدريب وتأهيل العاملين لطرق المعالجة.
- ✓ إجراءات عمليات الصيانة.
- ✓ الفضاء والمساحات المتوفرة.
- ✓ موقع محطات المعالجة والمناطق المحيطة.
- ✓ الميزانية، التكلفة والاستثمار.
- ✓ الرضا والقبول العام من قبل المجتمع.
- ✓ اللوائح والإجراءات التشريعية القانونية.

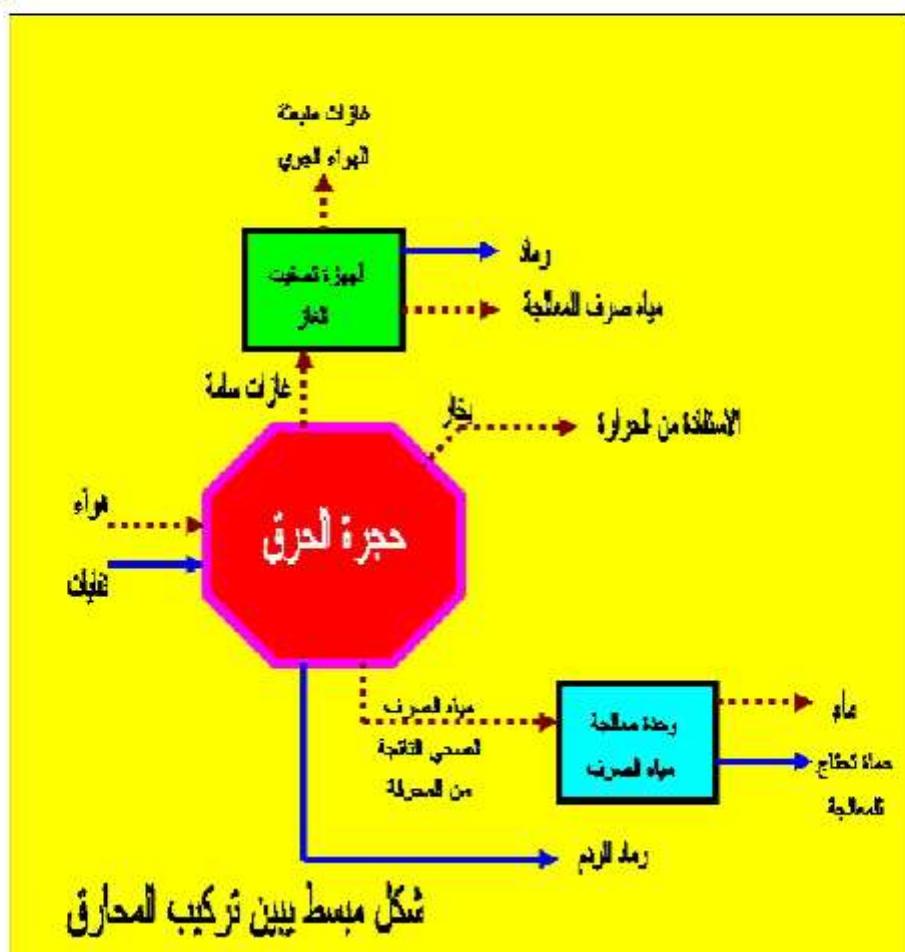
المحارق عبارة عن طرق للحرق الجاف للنفايات بوجود الأكسجين بدرجات حرارة عالية الهدف منها تحويل المركبات العضوية والمواد القابلة للاحتراق إلى مواد غير عضوية وغير قابلة للاحتراق ينتج عن ذلك تقليل من حجم وزن النفايات. ويمكن إجراء عملية الإحراق بطريقة تعويضية يتم فيها

استرجاع قسم كبير من الحرارة وبخار الماء الناتجة عن الحرق والاستفادة منها في إنتاج الطاقة الكهربائية وبذلك تتفق تكلفة التشغيل للمحارق.

يبين الشكل (٨) شكلًا مبسطًا لتركيب المحارق.

تستعمل المحارق عادةً مع النفايات التي لا يمكن الاستفادة منها أو التي لا يمكن إعادة تصنيعها، وتختلف المحارق عن بعضها حسب النوعية والحجم والوظيفة المختارة لها وفعاليتها في القضاء على مسببات أو عوامل المرض [31].

□



الشكل (٨) يبين شكلًا مبسطًا لتركيب المحارق

٢ - ١٥ - ٢ - أنواع المحارق

تصنف المحارق حسب ناحية التركيب إلى ثلاثة أنواع:

٢ - ١٥ - ٢ - ١ محارق البرولويتك المزودة بمصفيات للغاز

(Pyrolytic incineration with an efficient gas cleaning)

محارق ذات غرفة مزدوجة من مزاياها القدرة العالية في التعقيم بالأخص عند التعامل مع المخلفات الطبية المعدية وبعض المخلفات الصيدلانية والكيماوية، درجة حرارتها من ٩٠٠-٨٠٠ مئوية ولها قدرة استيعابية من ٢٠٠ كجم/اليوم إلى ١٠ طن/اليوم وهذا يرجع لحجم المستشفيات وعادة ما تستخدم المحارق بقدرة ١ طن/اليوم للمستشفيات الكبيرة، يمكن ردم رماد المحارق بدون ترك أضرار ومن عيوبها التكلفة المالية العالية لإنشائها واحتياجها لتقنيات عالية جداً للتشغيل، بالإضافة إلى أن المعالجة لا تقتضي على خطورة النفايات الطبية المشعة والتي تتجمع مع الرماد [32].

٢ - ١٥ - ٢ - ٢ محارق ذات الحجرة الواحدة مع أجهزة تقليل الغبار

(reduction Single chamber with dust)

هذه المحارق مختلفة الأنواع والأشكال فمنها أنواع بسيطة وأنواع أكثر تطوراً لها قدرة عالية في التعقيم والتقليل من حجم وزن المخلفات، والرماد الباقي يمكن ردمه، فعالة في معالجة المخلفات الطبية المعدية بما فيها المخلفات الحادة ولا تحتاج لتقنيات عالية لتشغيلها، وأقل تكلفة في التشغيل، ومن عيوبها إنتاجها لكميات كبيرة من الأبخرة التي قد تحتوي على غازات سامة مثل الديوكسين الذي يؤدي إلى تلوث الهواء الجوي، ودرجة حرارة أقل من ٨٠٠ درجة مئوية غير الصالحة للتخلص من مخلفات الأدوية السامة (cytotoxic drugs) والمخلفات الطبية المشعة، وغير فعالة مع بعض

المركبات الغير عضوية والمقاومة لدرجات الحرارة العالية. عادة تبلغ درجات الحرارة بهذا النوع من المحارق تتراوح بين ٣٠٠ و ٤٠٠ درجة مئوية والقدرة الاستيعابية من ٢٠٠ - ١٠٠ كجم/اليوم ولا يفضل استعمال هذا النوع في الدول التي تعاني من مشاكل التلوث الجوي [33].

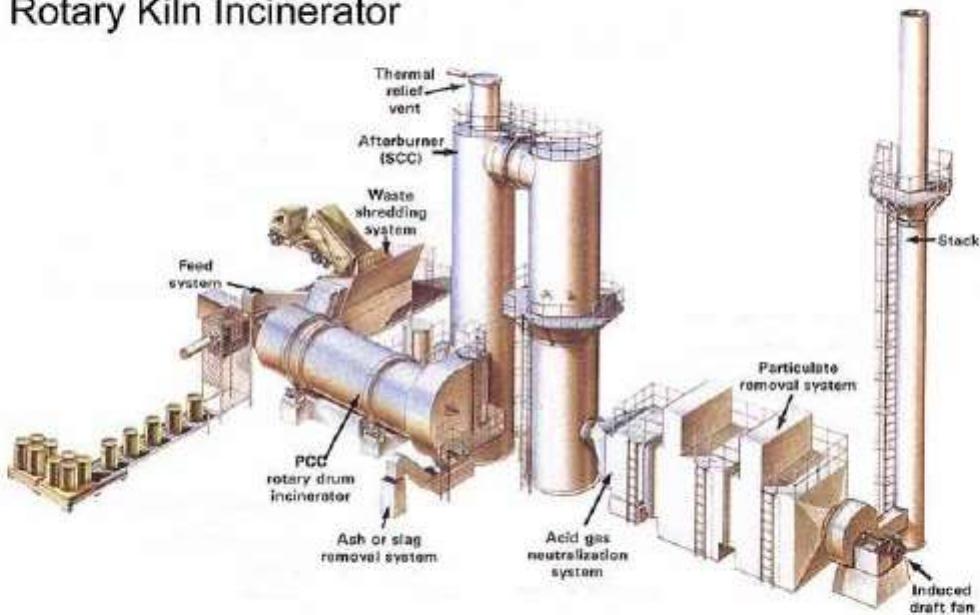
٢ - ٢ - ٣ محارق دوارة ذات درجات حرارة عالية

(Rotary Kilns incinerators)

محارق ذات أسطوانات حرارية دوارة من ٥-٢ مرة في الدقيقة، الأسطوانة لها ميل بزاوية صغيرة متجه للأعلى، وتزود بالنفايات بعد ما يتم تقطيعها إلى جزيئات صغيرة. هذا النوع فعال مع المخلفات الطبية المعدية بما فيها المخلفات المعدية الحادة والمخلفات الباثولوجية والمخلفات الكيميائية والصيدلانية بما فيها مخلفات العلاج الكيماوي وغير فعالة مع المخلفات الطبية المشعة والمخلفات المحتوية على كميات كبيرة من المعادن الثقيلة والتي ينتج عنها أبخرة سامة مثل الرصاص والكادميوم والزنبق.

الحرارة في هذا النوع تتراوح من ١٢٠٠-١٦٠٠ درجة مئوية والقدرة الاستيعابية تتراوح من ٥٠,٥ إلى ٣ طن/الساعة. مكلفة وتحتاج لتقنيات عالية وفينين مؤهلين وتحتاج لصيانة دورية منها تغير الأسطوانة الحرارية الدوارة على فترات [34] ، يبين الشكل (٩) محرق دوارة ذات درجات الحرارة العالية

Rotary Kiln Incinerator



الشكل (٩) يبين محروقة دوارة ذات درجات الحرارة العالية

(Drum or Brick incinerato) ٤ - ٢ - ٢ - ١٥ - ٢

أبسط أنواع المحارق وتسمى أحياناً بالمحارق الحقلية فهي عبارة عن برميل من الحديد أو الحجارة مفتوح الجانبين توضع فيه أكياس المخلفات المراد التخلص منها، والبرميل موضوع على شباك لدخول الهواء فوق حجارة تحمل الحرارة ويتم إشعال النار في الحطب تحت البرميل، لها مقدرة عالية في التقليل من وزن وحجم المخلفات ويمكن ردم الرماد ولا تحتاج إلى شخص مؤهل لتشغيلها وقليلة التكلفة، يمكن لها القضاء على ٩٩ % من الميكروبات ولا يمكن لها القضاء الكامل على الكيماويات الصيدلانية فأغلب الأحيان لا تصل درجة الحرارة إلى ٢٠٠ درجة مئوية، من عيوبها إنتاجها لكميات كبيرة من الأبخرة السوداء والرماد المتطاير والغاز، يسمح بها في بعض الدول النامية لقلة تكلفة التشغيل. وهي الحل الأخير الذي يمكن اللجوء إليه في حالات الطوارئ عند انتشار الأوبئة وتستخدم

فقط مع المخلفات الطبية المعدية وينصح بوضع شباك ضيق على البرميل لمنع الرماد من التطاير [35].

١٥ - ٢ - ٢ - ٥ المحارق المتنقلة (Mobile Incinerators)

محارق متكاملة ذات تقنيات عالية موضوعة على عربات خاصة، حيث تنتقل العربة إلى مصادر المخلفات الطبية كالمستشفيات، هذه طريقة حديثة وستعمل حالياً في بعض الدول ومن مزاياها تجنب نقل المخلفات الطبية خلال الشوارع وتكون مزودة بمصافي تعمل على تقليل الغازات السامة والغبار المتطاير من عملية الاحتراق، كما في الشكل (١٠).



الشكل (١٠) يبين محرقة متنقلة

هذا من حيث أنواع المحارق ، أما من حيث الحجم فيتم تقسيم المحارق حسب وكالة حماية البيئة الأمريكية إلى محارق صغيرة بسعة أقل من ٩١ كجم/الساعة من النفايات، ومحارق متوسطة بسعة ٩١-٢٢٧ كجم/الساعة، والمحارق الكبيرة والتي تتعامل مع كمية نفايات تفوق ٢٢٧ كجم/الساعة.

حتى بوجود المحارق الجيدة لا يمكن حرق كل أنواع النفايات، على سبيل المثال لا يمكن حرق أملام الفضة والنفايات الفوتوفغرافية والنفايات المشعة وبعض النفايات الكيميائية الشديدة التفاعل وبعض المركبات الهالوجينية كالبلاستيك المحتوى على PVC والنفايات المختلطة بالمعادن الثقيلة كالزئبق والأسطوانات والعلب المضغوطة فيه كلها تسبب عند حرقها مضر للبيئة [36].

أما خصائص النفايات التي يمكن حرقها فتتلخص بالتالي:

- ✓ نفايات تحتوي على مواد قابلة للاحتراق فوق ٦٠ % من أحجمالي الكمية.
- ✓ نفايات تحتوي على مواد صلبة غير قابلة للاحتراق بنسبة أقل من ٥ % من أحجمالي الكمية.
- ✓ نفايات تحتوي على مواد ناعمة غير قابلة للاحتراق بنسبة أقل من ٢٠ % من أحجمالي الكمية.
- ✓ نفايات تحتوي على مستوى رطوبة أقل من ٣٠ % .

أكثر عيوب المحارق وخاصة ذات الدرجات الحرارة المنخفضة (أقل من ٨٠٠ درجة مئوية) هو انتبعاث الأبخرة السامة ومن أهمها وأخطرها الديوكسين والذي ينتج عند حرق النفايات التي بها مركبات الكلور.

الديوكسين: عبارة عن مجموعة من المركبات لها تأثيرات ضارة على الصحة ، والبعض منها يمكن أن تكون قاتلة حتى بتركيز قليلة، وأعراضها المرضية تتفاوت من الالتهابات الجلدية البسيطة إلى اضطرابات في الجهاز المناعي والغدد الصماء والجهاز العصبي وتغيرات جينية وغيرها. والمعروف عن الديوكسين أنه يتراكم بصفة خاصة في الدهون والكبد وأنسجة الجلد، ويتمتص الجسم ٩٥-٩٠ % من الديوكسين خلال الشبكة الغذائية والذي يأتي من استهلاك اللحوم ومنتجات الألبان، أما امتصاص الديوكسين عبر الجلد أو عن طريق التنفس فهو قليل جدا.

العديد من الدراسات نوّهت بمخاطر التلوث من المحارق وخاصة للأشخاص القاطنين قرب تلك المحارق من حيث أنهم أكثر عرضة للإصابات الناتجة من استنشاق الغازات الملوثة للهواء الجوي أو بسبب استهلاك المواد الغذائية أو الإصابات الجلدية بسبب الاحتكاك بالترية الملوثة.

في بريطانيا وأسبانيا واليابان لوحظت زيادة في نسبة الديوكسين في أنسجة القاطنين قرب المحارق بمقارنتها بالآخرين، كما أشارت دراسة فنلندية أن هناك نسب عالية من مركبات الديوكسين في أنسجة العاملين في المحارق الحديثة والقديمة نتيجة لعرضهم اليومي خلال العمل للرماد، وزيادة في بعض الأمراض السرطانية مثل سرطان الجلد في السكان المحيطين بالمحارق في فرنسا، ونسبة زيادة بنسبة أضعاف لحالات الوفاة بسرطان الرئة في إيطاليا. كما أشارت دراسة في اسكتلندا أجريت على السكان قرب محرقين بأن التلوث الناتج منها قد يكون السبب في زيادة نسبة ولادات البنات بمقارنة بالمناطق الأخرى البعيدة، ودراسة ألمانية وجدت انخفاض في نسبة هرمون الغدة الدرقية، والعديد من الدراسات الأخرى التي أكدت مسؤولية الغازات المنبعثة من المحارق في إحداث العديد من المشاكل الصحية والمهنية [١٢].

تحتاج المخلفات الطبية لدرجات حرارة عالية للتخلص من أضرارها، ودرجات الحرارة المطلوبة تتفاوت على حسب نوع المخلفات، فالمخلفات المعدية من الأعضاء البشرية المستأصلة تحتاج لدرجات حرارة ٩٠٠ - ٨٠٠ درجة مئوية أما في حالة تعاملنا مع المخلفات الطبية الصيدلانية فبعض منها يحتاج لدرجات حرارة لا تقل عن ١٢٠٠ درجة مئوية [٣٧].

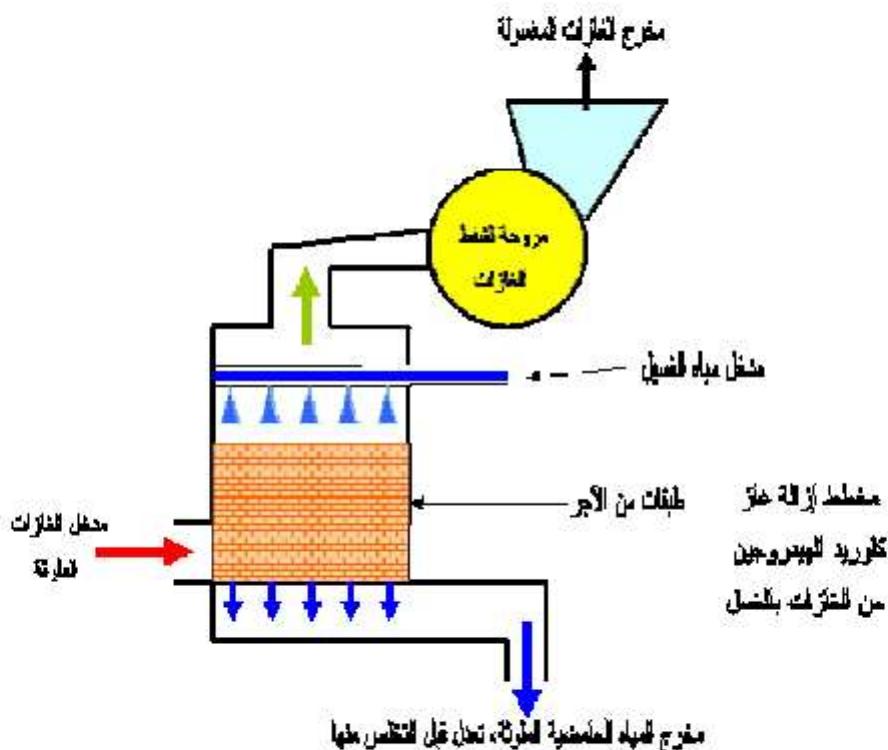
يبين الجدول (٣) بعض الأدوية الكيماوية والحد الأدنى لدرجات الحرارة التي يمكن بها تحطيمها والتخلص منها. [٣٨]

الجدول (٣) بعض الأدوية الكيماوية ودرجات الحرارة المناسبة

الدواء	درجة الحرارة المئوية	الدواء	درجة الحرارة المئوية
Fluorouracil	١٢٠٠	Aclarubicin	١٠٠٠
Idarubicin	٧٠٠	Amsacrine	٢٦٠
Cyclophosphamide	٩٠٠	Chlormethine	٨٠٠
Vindesine	١٠٠٠	Dacarbazine	٥٠٠

من مشاكل الحرق عدم التجانس في النسب التي تتكون منها المخلفات فلو زادت مثلاً نسب البلاستيك فتردد بذلك نسب الغازات شديدة التلوث للهواء الجوي مثل كلوريد الهيدروجين، لذلك يجب معالجة الغازات المنبعثة قبل خروجها للهواء الجوي عن طريق مصافي أو عن طريق غسل لتلك الغازات بواسطة رذاذ الماء فينحل الغاز في الماء وتخرج الغازات نظيفة بعد الغسل كما في الشكل (١١)

.[38]



الشكل (١١) معالجة الغازات قبل خروجها للهواء الجوي

في العديد من دول العالم ويسbib خطورة وأضرار الأبخرة السامة المنبعثة من المحارق على البيئة وصحة المجتمع وضعت معايير صارمة حلت بها كميات الغازات السامة والمسموم بانبعاثها من المحارق، وهذه المعايير إجبارية بالقانون للشركات المتخصصة والمستشفيات عند اختيار نوعية المحرقة، والجدول (٤) يبين المعايير الموضوعة في الاتحاد الأوروبي لكمية الانبعاثات المسموم بها

لبعض المواد السامة:[٣٨]

الجدول (٤) كمية الانبعاثات المسموح بها لبعض المواد السامة وفق المعايير الأوروبية

المادة المنبعثة	معدل في أربع ساعات (mg/m ³)
الرئق	0.05
الكادميوم، التاليوم	0.05
الرصاص، كروم، النحاس	0.5
النيكل والزرنيخ	0.5
الديوكسين والفيوران	0.1

نوهت العديد من المنظمات البيئية على مستوى العالم، التي بروزت خلال العشر سنوات الأخيرة، بمخاطر المحارق وما تنتجه من أبخرة سامة وبالذات المحارق التي تتعامل مع المخلفات الطبية حتى الحديثة منها والتي يوجد بها مصافي خاصة للتعامل مع الغازات المنبعثة والغبار.

العديد من المنظمات البيئية على مستوى العالم بروزت خلال العشر السنوات الأخيرة نوهت بمخاطر المحارق وما تنتجه من أبخرة سامة وبالذات المحارق التي تتعامل مع المخلفات الطبية حتى الحديثة منها والتي يوجد بها مصفيات الغازات المنبعثة والغبار الجدول رقم (٥) [٣٩] .

الجدول (٥) يبين الانبعاثات الناتجة عن المحارق بوجود المصففيات أو بعدم وجودها.

الملوث	التركيز	التركيز بوجود مصففيات
كلوريد الهيدروجين	430 ppmdv	50 ppmdv
أول أكسيد الكربون	150 ppmdv	50 ppmdv
الديوكسين	57 ng/m ³	0.5 ng/m ³
الغبار	6,300 mg/m ³	20 mg/m ³
ثاني أكسد الكبريت	400 mg/m ³	260 mg/m ³
هيدروكربون عطري	70 µg/m ³	5 µg/m ³
فينولات ثانية مكلورة	3 µg/m ³	1 µg/m ³
فينولات مكلورة	2.7 µg/m ³	1 µg/m ³
الرصاص	34,000 µg/m ³	50 µg/m ³
الكادميوم	1,500 µg/m ³	100 µg/m ³
الزنبق	320 µg/m ³	200 µg/m ³
الزرنيخ	130 µg/m ³	1 µg/m ³
الكروم	2,000 µg/m ³	10 µg/m ³

ونادت تلك المنظمات للانتقال إلى طرق بديلة عن المحارق مثل التعقيم البخاري والتعقيم الجاف والتعقيم بواسطة الميكروويف وأخرها التخلص من النفايات بواسطة تقنية البلازما وهي أحدث الطرق والأكثر فاعلية والتي تضمن التخلص النهائي من النفايات بدون الانبعاثات السامة.

بعض الدول منعت نهائياً عملية معالجة النفايات بواسطة المحارق مثل الفلبين والتي تعتبر الدولة الأولى التي سنت قوانين في هذا المجال تدعو فيه إلى منع حرق النفايات العادبة أو الخطيرة أو الطيبة والى الانتقال للطرق المعالجة البديلة [39].

أخيرا يمكن القول أنه لا زالت طرق المعالجة والتخلص من النفايات الطبية بواسطة المحارق الحديثة أفضل بكثير من رمي النفايات في ساحات التجميع والمكبات المفتوحة بدون معالجة، وربما في دولاً العربية وبوجود المساحات الشاسعة قد تكون مشكلة التلوث من المحارق أقل حدة منها في الدول الأوروبية، في حال تم اختيار نوع المحرقة ومكان استخدامها بشكل دقيق ومدروس، ومع التطور التقني الذي يمر به العالم يمكن لنا التخلص من مشاكل النفايات بمختلف أنواعها في حدود السلامة العامة لو توفرت الرغبة الصادقة والميزانية الداعمة.

أسباب عدم اجراء عملية الحرق والتعقيم داخل المشافي:

- ١ - عملية الحرق والتعقيم تحتاج إلى عمال فنيين مختصين في هذا المجال وهذا قد لا يتواجد ضمن كل مشفى.
- ٢ - لا يستطيع عمال المشافي وعمال التنظيفات المشرفين على نظافة الغرف أن يقوموا بهذا العمل لأن عملهم ينحصر بجمع وفرز القمامات الطبية عن المطبخية وبعدها تتحصر مهمة المعالجة بالعمال المختصين .
- ٣ - إن وجود المحارق داخل المدن يسبب أذى كبيراً للأهالي، وقد يسبب تلوثاً للهواء في عدة أماكن من المدينة بعد وجود المشافي والمراكمز الطبية في المدينة، وهذا لا يسمح به من أجل الحفاظ على البيئة، أما وجود أماكن المعالجة والتعقيم مكان واحد بعيداً عن المدينة والسكان هو من الطرق المتبعة عالميا وأنظف للبيئة .
- ٤ - عدم وجود مساحات كافية لتوفّر مثل هذه المنشآت داخل المشافي .

وأخيراً يجدر بنا الانتباه إلى المخاطر الصحية الناتجة عن هذه النفايات الطبية التي لا تقتصر على العاملين بالقطاع الصحي فقط بل تمتد لباقي أفراد المجتمع الذين يتعرضون لهذه النفايات أو آثارها الأمر الذي يجعل المخاطر الصحية للنفايات الطبية قد تمتد إلى خارج نطاق المشافي وخصوصاً مع التوسع في تقديم الرعاية الطبية المنزلية وحملات التطعيم الميدانية خارج المشافي بما يصاحب ذلك من استخدام للمواد والأدوات الطبية خارج نطاق المرافق الصحية، كذلك فإن الاهتمام الزائد بحملة النفايات بشكل عام والنفايات الطبية بشكل خاص قد أبقى المزيد من الانتباه إلى المخاطر البيئية للنفايات الطبية وتأثيرها على البيئة.

٢ - ١٥ - ٣ - معالجة النفايات

٢ - ١٥ - ٣ - ١ التعقيم بالحرارة الرطبة (Steam Sterilization)

- طريقة أمنة للبيئة وأقل تكلفة في التشغيل وتحتاج لفنين مؤهلين، وهي طريقة يتم بها تعريض المخلفات إلى بخار متسبع تحت ضغط عالي داخل أحواض خاصة مغلقة تسمى الأوتوكلايف لها مواصفات عالمية متفق عليها، بحيث يسمح للبخار بالنفاذ واحتراق كل المخلفات وتكون هذه الأحواض مقاومة وصامدة ضد الحرارة والضغط الناشئ عن عمليات التشغيل.

٢ - ١٥ - ٣ - ٢ تكنولوجيا معالجة النفايات الطبية الخطرة الهايدروكلاف

Hydroclave

(باستخدام البخار المولود بالطاقة الكهرومائية ، من نظام خلط ومع نظام التقطيع)

وهو عبارة عن تقطيع وفرم وتعقيم النفايات بأن معاً، والحصول بالنتيجة على نفايات عقيمة حجمها وزنها يصل إلى حوالي ربع حجم النفايات المدخلة للمعالجة.

حيث يتمتع هذا النظام بالميزات الأساسية التالية:

١. تعقيم وفرم النفايات مهما كان نوعها (صلبة ، سائلة ، معدنية ، نسيج ضام) .
٢. تخفيض حجم النفايات من ١٠٠ % إلى ٢٠ % .
٣. تخفيض وزن النفايات من ١٠٠ % إلى ٣٠ % .
٤. لا يوجد نواتج غازات احتراق (لا إضرار بالبيئة) حيث أن الجهاز يعتمد مبدأ التعقيم بالبخار وليس بالإحتراق (صديق البيئة) .
٥. النواتج عقيمة ٩٩,٩٩٩ من كافة الجراثيم والفيروسات لذلك فإن النواتج غير خطيرة وترمى مع أي نفايات أخرى.

٢ - ٣ - ٢ - ١ مراحل دورة التعقيم

المراحل الأولى: التحميل

الهيدروكلاف يمكن أن يعالج مايلي :

١. النفايات الموضعية في أكياس عادية
٢. حاويات الأشياء الحادة
٣. حاويات السوائل
٤. حاويات الورق المقوى
٥. الأجسام المعدنية
٦. النفايات الباثولوجية

المرحلة الثانية: التعقيم

- ١- إن قوة الخلط تمزج النفايات من خلال حركة الدوران داخل الحجرة وتكسرها إلى قطع صغيرة .
- ٢- البخار يملأ الجدران الممزوج (الجاكيت) للحجرة فيسخن النفايات داخل الحجرة .
- ٣- سائل النفايات يتتحول إلى بخار نتيجة الحرارة العالية.
- ٤- إن وقت وحرارة المعالجة مبرمجين ومحددين بشكل كاف للحصول على عقامة ٩٩,٩٩٩% .
- ٥- في حال عدم وجود رطوبة كافية للتعقيم يتم آلياً حقن بخار داخل الحجرة .

المرحلة الثالثة: التجفيف

- ١- يتم آلياً فتح صمام التنفس، ويتم إزالة الضغط عن الحجرة من خلال المكثف، والسوائل الناتجة عن عملية التعقيم تصرف في المجاري الصحية دون أي إضرار بالبيئة .
- ٢- يستمر الهايدروكلاف حسب البرنامج الموضوع بالتسخين والخلط حتى تتبخر كل السوائل وتصبح النفايات جافة.

المرحلة الرابعة: التفريغ

- ١- يفتح باب التفريغ .
- ٢- يدور الخلط في الاتجاه المعاكس بحيث أن الشفرات المتوضعة بشكل مائل بزاوية معينة يمكن لها أن تدفع النفايات خارج باب التفريغ .
- ٣- ترمي النفايات الجافة والعقيمة التي تكون مقطعة بشكل جيد في سلة المهملات، وتكون النفايات الناتجة بحجم ٢٠% وزن ٣٠% من حجم وزن النفايات المدخلة وجاهزة للتخلص منها بشكل آمن وترحل مع أي نفايات أخرى عادية.

٢ - ٣ - ٤ - ٥ - كيفية اختيار الهايدروكلاف المناسب

يتم اختيار جهاز الهايدروكلاف وفقاً لعدد الأسرة في المشفى كما في الجدول (٦)

الجدول (٦) يبين عدد الأسرة العالمي وفقاً لنوذج المشفى

الموديل المقترن	عدد الأسرة في المستشفى	م
ss - ٢٠٠	حتى ١٥٠ سرير	١
ss - ٣٠٠	حتى ٢٠٠ سرير	٢
ss - ٦٠٠	حتى ٤٠٠ سرير	٣
ss - ١٠٠٠	حتى ٧٠٠ سرير	٤

إن نظام معالجة النفايات (الهايدروكلاف) يحتاج لمروج في حالتين :

١- إذا كانت العيادات والمراكز الطبية والمستشفيات لا يتوفّر لديها البخار والضغط المطلوب (درجة الحرارة ١٤٠ درجة مئوية والضغط حوالي ٤ بار) فمن الممكن استخدام مرجل لتوفيرهما .

٢- إذا كان هناك مسافة طويلة بين مكان توليد البخار المركزي وبين نظام معالجة النفايات (الهايدروكلاف) لأنّه يؤدي إلى فقدان الضغط والتكتيف في الأنابيب .

إن كمية إنتاج البخار تعتمد على سعة نظام معالجة النفايات (الهايدروكلاف).

إن كمية استهلاك المياه حوالي ١٠٠-٢٥٠ لتر والتي يمكن إعادة استخدام حوالي ٨٠% منها في نظام التكتيف .

معلومات إضافية:

١. الوقت الكامل لاستكمال كل دورة (من وقت التحميل حتى التفريغ) قابل للتعديل وفقاً لنوع المخلفات، والدورة الأولى تأخذ حوالي ساعة واحدة والدورات التالية تستغرق نحو ٤٥ حتى ٥٠ دقيقة.
٢. يوجد في نظام الهايدروكلاف شاشة عرض لدرجة الحرارة والضغط والوقت.
٣. ليس بحاجة لفصل النفايات الصلبة إلا إذا كانت تحتوي على معادن فاسية جداً .
٤. ليس بحاجة إلى استخدام أي مواد تنظيف كيماائية أو مواد مطهرة.
٥. تعقيم جهاز التقطيع يتم في نفس الوقت مع النفايات .

٢ - ٣ - ٣ - ٢ - ١٥ - ٢ مزايا نظام الهايدروكلاف

١. يتم تعبئة الجاكيت الخارجي للحجرة ببخار درجة حرارته عالية، الذي يعمل بمثابة وسيلة تسخين غير مباشر لتسخين النفايات .
٢. يتكاثف بخار الجاكيت في مكبات ساخنة ونظيفة ، والتي يتم إرجاعها إلى الغلايات البخارية . هذه الميزة الفريدة تجعل الهايدروكلاف على درجة عالية من الكفاءة أثناء العمل حيث لا يوجد ضياع في نتاج التكيف الساخن أو البخار .
٣. يمكن معالجة النفايات المعباء في أكياس عادية، حيث لا حاجة لأكياس خاصة لتقوم الحرارة العالية .
٤. إن شروط التعقيم (وقت التعقيم ٣٠ دقيقة تحت درجة حرارة ١٢١ درجة مئوية) تحقق القضاء على الجراثيم وأبوااغ عصبيات الا *Stearothermophilus*

٥. جميع النفايات ومهما كانت رطبة في البداية ، حتى النفايات السائلة ، سيتم تجفيفها وإزالة الماء منها من خلال هذه العملية .
٦. لا ينتج أي رائحة كريهة خلال دورة العمل .
٧. التعقيم مضمون لجميع جزيئات النفايات .
٨. لا حاجة لأي تقطيع أولي للنفايات المعدية قبل وضعها في الهايدروكلاف.
٩. ليست هناك حاجة لمرحلة تخلية لا قبل ولا بعد .
١٠. الهايدروكلاف يلغى هذه الخطورة وذلك عائد لفعالية الديناميكية النشطة ضمن الهايدروكلاف والتي تمزج وتسخن أي هواء مستجر والداخل مع البخار والنفايات .
١١. هناك نوعان من حساسات الضغط ودرجة الحرارة (PT100) وضعت في الحجرة. وذلك لنقل البيانات إلى أجهزة قياس الحرارة والضغط في كل لحظة، ويمكن لمقياس الضغط قياس من . حتى ٦ بار .

ملاحظات خاصة بنظام Hydroclave :

١. الضغط بجهاز الـ هيدروكليف الموضح بموقع الشركة هو ٢٠ PSI أي ما يعادل ١,٤ بار وهذا هو الضغط أثناء التشغيل وليس أقصى ضغط يتحمله الجهاز علماً بأن أقصى ضغط يتحمله الجهاز المشار إليه هو ٣ بار.
٢. يتم التسخين في نظام الهيدروكليف بمرور البخار داخل الجاكت وبالتالي يعتمد النظام على وجود نسبة سوائل مع المخلفات لإنتاج البخار اللازم للتعقيم. وهذا يقلل كفاءة التعقيم في المخلفات الجافة التي يستلزم إضافة الماء لها.

٣. تعتمد عملية التعقيم في الأساس على اختراق البخار للمخلفات وهذا لا يتأتى إلا بالفرم أولاً ثم التعقيم بعد ذلك عن طريق ضخ البخار. وعدم استخدام هذه الطريقة يؤثر على كفاءة التعقيم كما ورد في تقرير الهيئة العامة للمعاهد والمستشفيات التعليمية.
٤. لا يوجد تسجيل (طباعة) لمرحلة الفرم في الجهاز وبالتالي مراحل الدورة لا يتم تسجيلها كاملة ولا يمكن معرفة دقة الفرم مما يمنع وجود دليل مؤكّد على كفاءة عملية المعالجة للمخلفات.
٥. الذراع يقوم بفتح الأكياس داخل جهاز التعقيم مما يؤدي إلى التفاف الشاش والقطن..الخ وتراكمه عليه وكذلك غير مثبت بطريقة فنية سليمة مما يجعله عرضة للالتواء ومن ثم الانكسار.
٦. درجة الحرارة تصل إلى ١٣٢ م.
٧. مدة الدورة ٦٠ دقيقة (ساعة).
٨. لا توجد مفرمة ولكن يوجد أذرع دوارة (Rotating arms) لقطعـيع وـقلـب المخلفـات.
٩. يقوم الجهاز بتحليل المخلفـات العضـوية باـستخدام المـاء.
١٠. يقوم الجهاز بخفض وزن المخلفـات حيث تصرف المخلفـات العضـوية بالـماء.
١١. يقوم الجهاز بدورة تجفـيف نـتيجة الخلـط بالـماء مما يـزيد من تـكالـيف التشـغيل (استهـلاك زـائد لـلكـهـرـباء) [42].

٢ - ١٥ - ٣ - التعقيم بالحرارة الجافة (Dry Heat Sterilization)

استخدام اللهب المباشر أو باستخدام الفرن الساخن بدرجات حرارة عالية لمدد زمنية طويلة، هذه الطريقة تحتاج لأفران مزودة بتجهيزات مراقبة للعملية بأكملها ومع وجود مؤشرات خاصة داخل المخلفات الطبية لمعرفة جودة التعقيم ولا يمكن استعمالها لكميات كبيرة.

٢ - ١٥ - ٤ - التعقيم الكيماوي (Chemical Disinfection)

طريقة فعالة إذا ما أجريت بصورة سليمة وتكلفتها تعتمد على نوع الكيماويات المستعملة، فقط تتطلب فنيين ذو خبرة عالية وتحتاج مقاييس ومعايير كبيرة في الوقاية من أضرارها للأفراد والبيئة وعيها في أنها غير صالحة لبعض النفايات الكيميائية.

٢ - ١٥ - ٤ - التخزين (Storage)

طريقة تعتمد على تخزين المخلفات الكيميائية في خزانات مصنعة من مادة مقاومة للتآكل وهذه الطريقة تستعمل عادة مع المخلفات السائلة ولا ينصح باستخدامها للأضرار التي قد تنتج عنها على المدى الطويل.

٢ - ١٥ - ٥ - التخلص عن طريق التغليف في كبسولات (Encapsulation)

طريقة بسيطة وأمنة وقليلة التكلفة، وتم عن طريق وضع النفايات الطبية في صناديق أو حاويات من مواد بلاستيكية عالية الجودة (high-density polyethylene) أو براميل من الحديد ويضاف عليها مواد مثبتة لأنواع من الرغوة البلاستيكية أو الرمل (bituminous sand) أو الصلصال وبعد جفاف المواد المضافة يتم إغلاقها نهائياً وترمى في المكببات. هذه الطريقة صالحة للمخلفات الطبية الحادة

من الإبر والحقن وبعض المخلفات الطبية الصيدلانية، ولا ينصح بها لأنواع الأخرى ومن أهم مزايا هذه الطريقة الحد من العبث بالمخلفات الطبية الحادة بواسطة بعض الأشخاص في المكاتب.

٢ - ٦ العزل الجيولوجي (Geological Isolation)

هذه الطريقة شبيه بالتخزين حيث تستعمل موقع جيولوجية طبيعية من مناطق صخرية عميقة وبعيدة عن السطح وعن المياه الجوفية في تخزين النفايات الخطرة، الطريقة غير مفضلة بسبب الأضرار التي قد تنشأ منها على المدى البعيد وتحتاج لمراقبة تسرب النفايات عن طريق آبار المراقبة حول منطقة عزل النفايات.

٢ - ٧ التخلص عن طريق الآبار العميقة (Deep Well Disposal)

تم هذه الطريقة بحقن النفايات الكيميائية السائلة ذات السمية العالية في آبار عميقة التي قد تصل إلى ٧٠٠ متر. طريقة لها مخاطرها البيئية وتحتاج إلى آبار مراقبة محاطة بمنطقة الحقن.

٢ - ٨ إعادة التدوير (Recycling)

هي إعادة تصنيع النفايات للاستفادة منها بدل التخلص منها ولكن من عيوبها عدم صلاحيتها لعدى من النفايات الطبية كما أنها مكلفة بعض الشيء وتحتاج لإجراءات صارمة في عملية فرز وجمع النفايات عند مصدر إنتاجها.

٢ - ٩ التثبيت (Inertization)

تستعمل هذه الطريقة مع المخلفات الصيدلانية من أدوية منتهية الصلاحية وتم بخلط النفايات مع الإسمنت والجير والماء بحسب معينة لإبطال مفعول تلك الأدوية والحد من انتشارها في البيئة، ومن عيوب هذه الطريقة أنها غير مجده وفعالة مع المخلفات المعدية والمحتوية على الجراثيم.

٢ - ١٥ - ١٠ التحلل العضوي (Composting)

تستعمل هذه الطريقة للتخلص من النفايات العضوية الصلبة عن طريق التخمر العضوي أو التحلل الحيوي وإعادة المواد إلى دورتها الطبيعية، ويستفاد منها في استخراج الأسمدة العضوية. تساعد هذه الطريقة في تقليل حجم النفايات إلى ٧٥ % عن طريق التخمر الذي تحدثه البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة الأخرى. يفضل استعمال هذه الطريقة مع أنواع معينة من النفايات وليس النفايات الطبية [43].

٢ - ١٥ - ١١ التقطر

تستعمل على نطاق ضيق جداً وتستخدم مع الكميات القليلة من المخلفات الطبية الكيميائية.

٢ - ١٥ - ١٢ الترشيح (Filtration)

تستخدم لمعالجة الكميات القليلة جداً كفصل البكتيريا من محليل وتستعمل هذه الطريقة مع السوائل التي يراد تنقيتها ولا تتحمل الحرارة كالأمصال.

٢ - ١٥ - ١٣ الإشعاع (Microwave radiation)

طريقة تعقيم جيدة وأمنة إذا استخدمت بصفة جيدة ومن عيوبها تكلفتها العالية عند التشغيل والصيانة وتستعمل فقط للمخلفات الطبية السائلة والمخلفات الطبية المعدية المحتوية على سوائل [44].

الفصل الثالث :

الجزء العملي

تطوير جهاز التعقيم بالحرارة الرطبة

٣ - ١ إدارة النفايات الطبية في المشافي المدروسة في محافظة ريف دمشق

تتضمن إدارة النفايات الطبية ما يلي: فرز النفايات الطبية وجمعها ونقلها وتخزينها ثم معالجتها.

تم تأمين كل المعلومات القيمة عن إدارة النفايات الطبية ومعالجتها في المشافي التالية: مشفى داريا،

مشفى دوما، مشفى الزيداني، مشفى حرستا، مشفى جيروود، والدراسة الميدانية لتلك المشافي، والدخول

إلى كافة الأماكن المتعلقة بموضوع البحث ولجراء كل ما يلزم من جمع وفرز واختبار وتحليل لعينات

من الرماد المتبقى بعد الحرق، وقد تبنت مديرية صحة ريف دمشق كامل نفقات تطوير فرامة ملحة

لتحسين عملية التفتيت قبل الدخول إلى مرحلة التعقيم في جهاز الأوتوكلاف.

ومن خلال تحليل النتائج والدراسة الميدانية التي تمت لتلك المشافي تم التوصل إلى:

٣ - ١ - ١ فرز النفايات الطبية وجمعها

تقوم المشافي المدروسة في محافظة ريف دمشق بجمع النفايات الطبية في أكياس خاصة، ولا تقوم

بعملية الفرز، مما يؤدي إلى زيادة كمية النفايات المراد معالجتها، وهذا يستدعي استخدام تقانات

خاصة في معالجتها نتيجة احتواء هذه النفايات على بعض المواد الخطرة فيها، كما أن وجود النفايات

الحادية ضمن الأكياس يؤدي إلى تمزقها وتسرب السوائل منها وانتشار التلوث.

يبين الجدول (٧) طرائق فرز النفايات الطبية حسب أنواعها التي يجب إتباعها في المشافي [38].

الجدول (٧) طرائق فرز النفايات الطبية حسب أنواعها وفق منظمة الصحة العالمية

نوع الكمية	لون الكيس	الرمز على الكيس	ملاحظات
النفايات المعدنية	كيس أحمر		ترحل إلى المعالجة
النفايات الباثولوجية	كيس أحمر		ترحل إلى المعالجة
النفايات الحادة	حاوية غير قابلة للتنفس ثم توضع في كيس أحمر		ترحل إلى المعالجة
النفايات الدوائية	كيس أزرق		تعاد إلى المصدر حيث تتم إضافة مواد كيميائية لتصبح خاملة
النفايات الكيميائية	حاويات أو أكياس بنية حسب خطورة المادة		يتم التعامل معها وفق قوانين المواد الخطرة والكيماويات
النفايات المشعة	حاويات من البولي إيتيلين ثم توضع في كيس أصفر		يتم التعامل معها حسب تعليمات هيئة الطاقة الذرية
العبوات المضغوطه	كيس شفاف يكتب عليه ليس للحرقة	-	تعاد إلى المصدر
النفايات العادي	كيس أسود	-	ترحل مع النفايات المنزلية

٣ - ١ - ٢ نقل النفايات الطبية

يتم نقل النفايات الطبية داخل المشافي ضمن عربة مكشوفة وببعضها يدوياً مما يشكل خطراً على عمال النظافة، أما خارج المشفى فيتم نقل النفايات بسيارة تابعة لمحافظة ريف دمشق ذات ضاغط هيدروليكي وهي لا تطابق المواصفات العالمية، فضلاً عن عدم وجود إشارة أو رمز يدل على الخطر على تلك السيارة أو احتياطات لمنع تسرب النفايات منها. بينما يجب أن يكون نقل النفايات الطبية داخل المشافي بعربات خاصة بذلك، وخارج المشفى بسيارة من دون ضاغط وعليها إشارة أو رمز يشير إلى أنها تنقل نفايات طيبة.

٣ - ١ - ٣ تخزين النفايات الطبية

- لا توجد في المشافي المذكورة أماكن خاصة لتخزين النفايات الطبيةريثما يتم نقلها، حيث يجب أن تكون هذه الأماكن معدة معمارياً وتقنياً من حيث الأرضيات والتهوية ومقاومة الحرائق... لأن النفايات الكيميائية تحوي على مواد قابلة للانفجار أو الاشتعال أو كاوية.
- كما لوحظ أن أكياس النفايات الطبية غير محكمة الإغلاق ودون بطاقةتعريف، وتجمع ضمن حاويات تابعة للمشفى، تصل إليها أيادي العابثين بسهولة،ريثما يتم نقلها من قبل المحافظة. ويبيّن الجدول (٨) بطاقات التعريف، حسب مصدر النفاية، الواجب وضعها على أكياس النفايات.

الجدول (٨) بطاقات التعريف الواجب وضعها على أكياس النفايات الطبية [١٣]

نموذج بطاقة	مصدر النفاية
نفايات طبية	غرف المرضى
أعضاء مبتورة	غرف العمليات والإسعاف
أدوية منتهية الصلاحية	نفايات دوائية
نفايات كيميائية	نفايات كيميائية
نفايات طبية	مخابر جرثومية(معالجة)
نفايات شديدة العدوى	مخابر جرثومية (غير معالجة)
نفايات شديدة العدوى	غرف العزل
أدوات حادة	أدوات حادة
سرطانية	أدوية سرطانية
مواد مشعة	نفايات مشعة

٣ - ٤ - كمية النفايات الطبية الناتجة عن المشافي المدروسة في محافظة ريف دمشق

إن تحديد كمية النفايات الطبية الخطيرة وأنواعها أمر في غاية الأهمية لاختيار طريقة المعالجة الأنسب لها، وقد جرى تحديد كمياتها الناتجة عن المشافي التي تم اختيارها في محافظة ريف دمشق على مدار ستة أشهر كاملة.

وبتوجيه من السيد الدكتور مدير صحة ريف دمشق تم الإطلاع على أرشيف المشافي التي تم اختيارها لإجراء البحث.

يبين الجدول (٩) معلومات شاملة عن المشافي من حيث عدد الأسرة الإجمالي، وعدد الأسرة في حالات الطوارئ، وعدد الكادر الطبي، وعدد العمليات....

الجدول (٩) المعلومات الكاملة عن بعض المشافي العامة التابعة لمديرية صحة محافظة ريف دمشق.

داريا	اسم المشفى
179 سرير	عدد الأسرة الإجمالي بالمشفى
200	عدد الأسرة في حالات الطوارئ
6 غرفة	عدد غرف العمليات بالمشفى
9	عدد أسرة العناية المنشدة بالمشفى
35 كغ / يوم	النفايات الخامجة
25 كغ / يوم	النفايات الباثولوجية والنسيجية
15 كغ / يوم	النفايات الحادة والجارحة
30 كغ / يوم	النفايات الدوائية
25 كغ / يوم	النفايات الكيميائية
275 مريض	عدد المرضى الوافدين/ يوم
30	عدد العمليات/ يوم
80	عدد الأطباء العاملين
26	عدد الأطباء الجراحين
47	عدد الأطباء المقيمين
115	عدد عناصر التمريض
10	عدد عناصر التوليد
12	عدد محضرى الأشعة
21	عدد محضرى المخبر
8	عدد السائقين
32	عدد الاداريين
50	عدد المستخدمين

الزبداني	اسم المشفى
150	عدد الأسرة الإجمالي بالمشفى
200	عدد الأسرة في حالات الطوارئ
7	عدد غرف العمليات بالمشفى
8	عدد أسرة العناية المنشدة بالمشفى
12 كغ/يوم	النفايات الخامجة
10 كغ/يوم	النفايات الباثولوجية والنسيجية
2 كغ/يوم	النفايات الحادة والجارحة
5 كغ/يوم	النفايات الدوائية
4 كغ/يوم	النفايات الكيميائية
400	عدد المرضى الوافدين/ يوم
15	عدد العمليات/ يوم
15	عدد الأطباء العاملين
18	عدد الأطباء الجراحين
27	عدد الأطباء المقيمين
36	عدد عناصر التمريض
8	عدد عناصر التوليد
14	عدد محضري الأشعة
15	عدد محضري المخبر
8	عدد السائقين
26	عدد الاداريين
36	عدد المستخدمين

دوما	اسم المشفى
175	عدد الأسرة الإجمالي بالمشفى
225	عدد الأسرة في حالات الطوارئ
9	عدد غرف العمليات بالمشفى
12	عدد أسرة العناية المنشدة بالمشفى
50 كغ/يوم	النفايات الخامجة
50 كغ/يوم	النفايات الباثولوجية والنسيجية
20 كغ/يوم	النفايات الحادة والجارحة
50 كغ/يوم	النفايات الدوائية
40 كغ/يوم	النفايات الكيميائية
350	عدد المرضى الوافدين/ يوم
30	عدد العمليات/ يوم
117	عدد الأطباء العاملين
44	عدد الأطباء الجراحين
81	عدد الأطباء المقيمين
122	عدد عناصر التمريض
19	عدد عناصر التوليد
14	عدد محضري الأشعة
43	عدد محضري المخبر
25	عدد السائقين
26	عدد الاداريين
44	عدد المستخدمين

حرستا	اسم المشفى
80	عدد الأسرة الإجمالي بالمشفى
100	عدد الأسرة في حالات الطوارئ
5	عدد غرف العمليات بالمشفى
7	عدد أسرة العناية المنشدة بالمشفى
35 كغ/يوم	النفايات الخامجة
5 كغ/يوم	النفايات الباثولوجية والنسيجية
8 كغ/يوم	النفايات الحادة والجارحة
5 كغ/يوم	النفايات الدوائية
10 كغ/يوم	النفايات الكيميائية
300 كغ/يوم	عدد المرضى الوافدين/ يوم
20	عدد العمليات/ يوم
112	عدد الأطباء العاملين
64	عدد الأطباء الجراحين
51	عدد الأطباء المقيمين
96	عدد عناصر التمريض
8	عدد عناصر التوليد
17	عدد محضري الأشعة
23	عدد محضري المخبر
10	عدد السائقين
10	عدد الاداريين
11	عدد المستخدمين

جيروود	اسم المشفى
30	عدد الأسرة الإجمالي بالمشفى
35	عدد الأسرة في حالات الطوارئ
2	عدد غرف العمليات بالمشفى
2	عدد أسرة العناية المنشدة بالمشفى
20 كغ/يوم	النفايات الخامجة
10 كغ/يوم	النفايات الباثولوجية والنسيجية
2 كغ/يوم	النفايات الحادة والجارحة
4 كغ/يوم	النفايات الدوائية
5 كغ/يوم	النفايات الكيميائية
150	عدد المرضى الوافدين/ يوم
10	عدد العمليات/ يوم
5	عدد الأطباء العاملين
4	عدد الأطباء الجراحين
14	عدد الأطباء المقيمين
50	عدد عناصر التمريض
6	عدد عناصر التوليد
11	عدد محضري الأشعة
16	عدد محضري المخبر
7	عدد السائقين
8	عدد الاداريين
18	عدد المستخدمين

الجدول (١٠) معدلات تولد النفايات الكلية للمستشفيات المذكورة خلال شهر البحث

للعام (٢٠١٢ / ٢٠١١) بواحدة كغ / يوم.

المشفى	كتون الأول	كتون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار
داريا	241	245	238	248	254	261
دوما	235	238	233	241	253	259
الزبداني	198	196	199	204	209	212
حرستا	104	108	106	114	121	118
جبرود	44	46	40	51	56	60

الجدول (١٠) معدل كمية النفايات الصلبة الكلية ومعدل كمية النفايات الصلبة الطبية المتولدة في المستشفيات في اليوم الواحد وعدد المرضى الراغبين وعدد العمليات إن وجدت في ذلك اليوم خلال الفترة من ١٢ / ٣٠ / ٢٠١٢ ولغاية ٥ / ٣٠ / ٢٠١١. حيث تم اختيار شهر شباط للبحث.

مستشفى داريا				
اليوم	كمية النفايات الكلية كغ / يوم	كمية النفايات الصلبة الطبية كغ / يوم	عدد المرضى الراقدين / يوم	عدد العمليات / يوم
1	235	40	121	30
2	239	42	122	32
3	244	49	143	35
4	235	41	121	28
5	238	41	124	28
6	230	43	124	31
7	238	43	126	32
8	236	41	123	27
9	238	42	126	34
10	241	47	138	30
11	248	49	144	26
12	239	45	134	29
13	238	46	136	27
14	249	50	142	34
15	231	41	123	29
16	236	42	123	27
17	230	40	121	30
18	234	41	122	27
19	239	38	123	28
20	238	38	119	31
21	237	42	120	27

29	118	42	239	22
30	119	44	240	23
31	125	43	238	24
29	126	43	239	25
31	124	40	236	26
29	126	43	242	27
31	127	42	241	28

مستشفى دوما

الاليوم	كمية النفايات الكلية كغ / يوم	كمية النفايات العامة الطبية كغ / يوم	كمية النفايات الصلبة الطبية كغ / يوم	عدد المرضى الراقدين / يوم	عدد العمليات / يوم
1	239	48	138	30	30
2	241	49	145	33	33
3	247	50	150	35	35
4	235	44	132	29	29
5	226	42	125	27	27
6	241	47	137	31	31
7	233	43	126	28	28
8	235	45	132	27	27
9	236	47	136	35	35
10	238	48	138	30	30
11	235	49	140	31	31
12	237	49	135	27	27
13	223	45	127	33	33
14	234	46	126	28	28

29	140	47	236	15
31	141	48	232	16
28	124	39	236	17
29	124	43	235	18
29	123	42	237	19
30	122	39	230	20
29	118	38	233	21
29	115	41	238	22
32	117	38	231	23
31	114	36	225	24
33	111	42	228	25
28	106	37	231	26
28	108	36	228	27
30	109	35	224	28

مستشفى الزبداني

الاليوم	الكلية كغ / يوم	كمية النفايات الصلبة الطبية كغ / يوم	كمية النفايات الصلبة الرأدين / يوم	عدد المرضى يوم	عدد العمليات / يوم
1	196	48	134	15	
2	202	46	135	17	
3	198	47	137	18	
4	199	47	132	14	
5	205	50	132	13	
6	196	48	133	16	
7	197	46	131	14	
8	189	43	131	15	

18	130	46	198	9
16	128	46	205	10
17	131	44	203	11
15	129	43	198	12
14	127	44	194	13
15	129	45	201	14
14	128	47	196	15
13	127	47	198	16
14	131	47	203	17
14	132	47	204	18
16	133	45	196	19
15	134	46	198	20
13	133	44	195	21
15	135	45	199	22
14	134	45	201	23
16	136	46	198	24
14	136	47	200	25
13	137	48	207	26
15	135	45	196	27
14	136	46	199	28

مستشفى حرستا				
الاليوم	كمية النفايات الصلبة الكلية كغ / يوم	كمية النفايات الصلبة الطبيعية كغ / يوم	عدد المرضى الراقدين / يوم	عدد العمليات / يوم
1	108	25	72	20
2	104	22	65	22
3	99	22	64	19
4	103	22	64	18
5	107	23	65	17
6	112	25	71	21
7	109	24	71	20
8	98	21	63	22
9	111	26	72	18
10	109	23	68	17
11	106	22	66	17
12	113	25	72	15
13	115	26	73	18
14	102	22	65	16
15	104	21	64	19
16	109	24	71	18
17	108	23	66	16
18	102	22	64	18
19	107	23	67	16
20	100	21	63	15
21	109	24	70	20
22	108	23	69	21
23	104	23	69	23
24	106	24	60	19
25	102	23	65	16

15	68	22	106	26
16	69	23	103	27
18	70	24	107	28

مستشفى جيرود

الاليوم	الكلية كغ / يوم	كمية النفايات الصلبة الطبية كغ / يوم	كمية النفايات الصلبة المترادفة كغ / يوم	عدد العمليات / يوم	عدد المرضى الراغبين / يوم
1	42	8	24	10	
2	43	8	23	10	
3	39	7	21	9	
4	40	8	23	11	
5	39	8	22	10	
6	38	7	20	11	
7	40	8	24	10	
8	41	8	23	10	
9	40	9	24	8	
10	38	8	24	11	
11	39	8	23	12	
12	41	9	25	8	
13	39	8	23	9	
14	41	9	26	11	
15	38	7	21	10	
16	39	8	25	11	
17	42	8	23	9	
18	44	9	24	11	
19	43	9	25	10	
20	42	8	24	10	
21	41	8	23	11	
22	38	7	22	9	

9	25	8	37	23
11	26	9	39	24
10	23	8	38	25
9	22	9	40	26
11	24	9	40	27
9	23	8	39	28

٣ - ٥ دراسة الرماد الناتج عن عملية حرق النفايات الطبية الصلبة

تخلص معظم بلدان العالم الثالث ومن ضمنها الدول العربية من النفايات الطبية بالحرق ، ثم تقوم المؤسسات المعنية في تلك الدول بالتخلص من الرماد المتبقى بجمعه مع النفايات العامة، لينقل بعدها إلى موقع الطمر الصحي متغاضين عن الخطر الناجم عن ذلك، فقد أثبتت العديد من البحوث والدراسات [٣٩] احتواء ذلك الرماد على نسب عالية من المعادن الثقيلة التي تهدد المياه الجوفية بالتلوث إذا ما تم التخلص من ذلك الرماد في الموضع غير المناسب، ولإثبات ذلك، فقد أجريت اختبارات وفحوص لأكثر من ٢٠ نموذجاً من الرماد الناتج عن محارق النفايات الطبية، حيث أثبتت الاختبارات احتوائه على تراكيز عالية من المعادن الثقيلة (الرصاص والكروم والكادميوم) تتجاوز الحدود المسموح بها لمنظمة حماية البيئة [٤٢] مما يجعل الرماد من النفايات الخطرة التي تهدد المياه الجوفية بالتلوث إذا تم التخلص منه بطمره في الموضع غير المخصصة.

نلاحظ من الجدول (١١) أن مشفى داريا احتل المركز الأول في زيادة نسب المعادن الثقيلة ويليه مشفى دوما ثم الزيداني ، أما مشفى حرستا وجيرود فكانت أقل بحدود نصف الموجود في مشفى داريا ويعود السبب إلى كثرة المرضى الراغبين والمراجعين للعيادات الطبية للمشفى ، وكون السعة الاستيعابية لكل من مشفى داريا ودوما أكبر بكثير مما هو موجود في مشفى حرستا وجيرود ، فضلاً

عن ان النفايات الطبية الصلبة الناتجة عن تلك المشافي هي اكثر بكثير من تلك الناتجة عن مشفى

داريا و دوما (سيرنegas - موazين حرارة - نفايات ناتجة عن غرف التصوير الاشعاعي ...)

الجدول (11) معدل تركيز المعادن الثقيلة المتواجدة في الرماد الناتج من محرقة النفايات الطبية في نجها للمشافي المسمولة

بالبحث والحدود المسموح بها لمنظمة حماية البيئة (ملغ / لتر)

اسم المشفى	الرصاص Pb ملغ / لتر	الكادميوم Cd ملغ / لتر	الクロوم Cr ملغ / لتر
داريا	٦٨,٥	٥,٤	٥٥,٦
دوما	٦٢,٤	٤,٨	٤٤,٥
الزبداني	٦٤,٢	٦,١	٤٧,٢
حرستا	٣٦,٣	٤,٢	٣٤,٥
حبرود	٢٢,٦	٣,٦	٢٤,٨
الحدود المسموح بها وفق المنظمة الأمريكية حماية البيئة EPA	٥	١	٥

نستنتج من الدراسة التي أجريت على المشافي المذكورة ما يلي:

- تقدر كمية النفايات الكلية الناتجة عن المشافي المدروسة في محافظة ريف دمشق ب ٨١٦ كغ/اليوم.
- يقدر معدل كل سرير من النفايات وسطياً بنحو ١,٣٣ كغ/اليوم/سرير وذلك على اعتبار أن عدد الأسرة في هذه المشافي هو ٦١٤ سريراً.
- يقدر معدل النفايات الخطرة لكل سرير وسطياً 0.33 كغ/اليوم/سرير.
- تقدر نسبة النفايات الخطرة من إجمالي النفايات الطبية حوالي ٢٥% .

٥- تقدر كمية النفايات الخطرة الناتجة عن هذه المشافي بـ ٢٠٢ كغ/يومياً.

٦- تشكل النفايات المعدنية أعلى نسبة من النفايات الطبية الخطرة.

٣ - ١ - ٦ معالجة النفايات الطبية

تم معالجة النفايات الطبية في مشافي محافظة ريف دمشق بالحرق في محرقة نجها التابعة لمحافظة ريف دمشق، ماعدا مشفى دوما وداريا فإنهما يحرقان جزءاً من النفايات الطبية في محرقة المشفى، ثم يتم ترحيل الرماد مع النفايات الطبية الأخرى إلى محرقة نجها. وتعد المحرقة المركزية الموجودة في نجها قديمة نسبياً ولا تعالج الدخان المتتصاعد، إضافة لانخفاض درجة حرارتها مما يؤدي إلى خروج الغازات السامة مثل الديوكسين. ونظراً لاحتواء النفايات الطبية الخطرة على نسبة عالية من البلاستيك P.V.C والمواد الكيماوية الحاوية على الكلور والمعادن الثقيلة، فإن حرق هذه النفايات يؤدي إلى انطلاق غازات سامة ورماد سام لا بد من معالجتها.

والجدول (١٢) الآتي يعطي نتائج اختبارات أجريت على محرقة نفايات طبية في تايلاند عام ١٩٩٩ لقياس تركيز المعادن الثقيلة في الرماد المتطاير والمتبقى.

الجدول (١٢) تركيز المعادن الثقيلة لعينة من رماد محرقة نفايات طبية في تايلاند عام ١٩٩٩ [٦].

العنصر المعدني	رماد متطاير	رماد متبقي
Mn	193.2	101.9
Cr	37.7	59.6
Zn	2108.6	5384.6
Cu	205.5	322.1
Pb	615.9	165.7
Ni	11.4	24.0
Co	0.5	9.6
Cd	46.8	7.8
Hg	1.0	1.2

حتى الآونة الأخيرة، كان الحرق الطريقة الوحيدة تقريباً لمعالجة النفايات الطبية الخطرة.

في عام ١٩٩٧، أصدرت وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية أنظمة للمحارق بينت فيها حدوداً جديدة للابتعاثات. وإن كان الاستثمار في مصاف (فلاتر) كفؤة باهظ التكاليف، فقد تم إغلاق أكثر من خمسة آلاف محرقة نفايات طبية، غالبيتها صغيرة إلى متوسطة الحجم.

ومنذ عام ٢٠٠٠، تطبق دول الاتحاد الأوروبي قيود أكثر تشديداً على ابتعاثات محارق النفايات الطبية، تسببت في إغلاق كثير من المحارق وتزايد مرافق المعالجة البديلة وخصوصاً الأوتوكليف ولشكل أبطأ كثيراً مما في الولايات المتحدة. وما زال الحرق شائعاً على نطاق أقل في أوروبا.

وتفتقر غالبية بلدان العالم الثالث إلى إدارة مأمونة للنفايات الطبية. في الهند، على سبيل المثال، توضع معظم النفايات الطبية في مستوعبات مكشوفة بلا معالجة، وتحرق كميات منها في ساحات المستشفيات غالباً في حفر مكشوفة، وترسل إلى المكبات حيث يبعث بها جامعو القمامه والأطفال. وما زلت المحارق واسعة الاستعمال في البلدان العربية، وإن بدأ بعضها يبدي اهتماماً في عملية التحول إلى بداول. على سبيل المثال يوجد في الأردن ٩٨ مستشفى، تحوي نحو ٩٦٠٠ سرير وستخدم ٣٤ محرقة للنفايات الخطرة. وقد شكلت لجنة وزارية (الصحة والبيئة والتخطيط وأمانة عمان) اقتراح إنشاء أو تطوير محارق مركبة في الأقاليم للنفايات المعدية والحادية والتشريحية والكيميائية، وتوفير وسائل نقل مجهزة لنقل النفايات الطبية، واعتماد أجهزة معالجة أولية بالأوتوكليف للنفايات الشديدة العدوى قبل نقلها.

أما في سوريا، تقوم سيارة شاحنة خاصة بجمع النفايات الطبية من مستشفيات دمشق يومياً، ومن المراكز الصحية والمستوصفات دورياً، وتتقىلها إلى معمل معالجة النفايات الطبية لحرقها، على أن يطمر الرماد في حفرة خاصة في مطمر القمامه. وفي المدن السورية الأخرى، ثمة محارق في بعض المستشفيات ولكن لا رقابة على عملها. وتقدر النفايات الطبية الخطرة في سوريا بنحو ٤٥٠٠ طن سنوياً. وقد لحظ المخطط التوجيهي لإدارة النفايات معالجة ٣٢٠٠ طن من النفايات سنوياً في منشآت خاصة بحلول سنة ٢٠١٤. وأوصى أن تجهز كل محافظة بنظام معالجة يضمن الاكتفاء الذاتي، مع إشراك المحارق والتعقيم بالأوتوكليف والميكروويف والتطهير الكيميائي.

وفي السعودية، يساهم القطاع الخاص أيضاً في المعالجة. وقد عملت شركة كايد الانجاز على إقامة مراكز لمعالجة النفايات الطبية الخطرة حرارياً في الرياض والدمام وينبع والقصيم وأبها، بطاقة ٢٤ طناً في اليوم.

وتحرق معظم الفايات العضوية في الكويت. وقد أنشئت أخيراً محرقة متطرفة تعمل على حرارة بين ١٢٠٠ و ١٤٠٠ درجة مئوية ويمكن رفعها إلى ١٦٠٠، وتستطيع استيعاب ٥٠٠ كيلوغرام كل ساعة، وهي مزودة بأجهزة تحكم بالملوثات الغازية. وفي حين تتحج جماعات بيئية على المحارق، تعتبر وزارة الصحة والهيئة العامة للبيئة أن الحرق هو الاختيار الأمثل للكويت حيث لا توجد أراض كافية لدفن المخلفات.

لذلك نجد أن معظم الدول المتقدمة بدأت بإغلاق محارقها واستبدالها بتقانات صديقة للبيئة. وبين الجدول (١٣) عدد محارق النفايات الطبية المتبقية في الولايات المتحدة الأمريكية حتى عام ٢٠٠٨.

السنة	٢٠٠٨	٢٠٠٣	١٩٩٧	١٩٩٤	١٩٨٨
عدد المحارق الطبية	٢٨	١١٥	٢٣٧٣	٥٠٠	٦٢٠٠

٣ - ٦ - ١ منظمة الصحة العالمية (الأخطار وشروط الحرق)

تقدر منظمة الصحة العالمية أن نحو ٢٣ ألف إصابة بالتهاب الكبد (نحو ٣٥ في المائة من المجموع السنوي) ونحو ٢٦٠ إصابة بفيروس الإيدز (٥ في المائة من المجموع السنوي) تحصل سنوياً حول العالم بسبب إعادة استعمال الحقن أو إبرها من دون تعقيم. ويتراوح استخدام الحقن المستعملة في البلدان المختلفة بين ١٥ و ٤٠ في المائة. ومن أصل نحو ١٢ مليار حقنة تستخدم حول العالم كل سنة، يقدر أن ٣٠ في المائة تعطى بشكل غير سليم. في الهند مثلاً، يتم استخدام ٥ حقن مستعملة من أصل كل ٨ يتم حقنها.

تشجع منظمة الصحة العالمية استخدام تكنولوجيات فعالة غير قائمة على الحرق للتخلص النهائي من النفايات الطبية، لكنها ترى أن الحرق ربما يكون وسيلة مناسبة ريثما تتاح للبلدان خيارات مؤكدة

ومأمونة بيئياً لإدارة نفايات الرعاية الصحية. وهي تدعو إلى التقيد بالتوصيات التالية عند الحرق:

١. اعتماد ممارسات جيدة في تصميم المحرقة، وانشائها، وتشغيلها (بما في ذلك تحميتها مسبقاً وعدم تحميلاها فوق طاقتها والحرق فقط على درجات حرارة تتعدى ٨٠٠ درجة مئوية) وصيانتها، وتقليل الانبعاثات إلى أدنى الحدود.

٢. فرز النفايات وتقليل إنتاجها لحصر عملية الحرق بالنفايات المعدية.

٣. تدريب مشغلي المحارق وتصحيح إدارة العمليات التي أدت إلى سوء تشغيلها.

٤. الامتناع كلياً عن حرق مواد محتوية على كلور، كالمنتجات البلاستيكية (مثل بعض أكياس الدم والمصل، وأنابيب الحقن في الوريد، وسوها). .

٥. الامتناع كلياً عن إحراق المواد المحتوية على المعادن الثقيلة كالزنبق (مثل: ميازين الحرارة المكسرة).

٦ - ٢ - ٣ الطريقة المقترحة لمعالجة النفايات الطبية الخطرة في مشافي محافظة ريف دمشق إن معالجة النفايات الطبية الخطرة في مشافي محافظة ريف دمشق بطريقة الحرق غير مناسبة بيئياً

للأسباب التالية:

١- تواجد مشافي محافظة ريف دمشق ضمن التوزع السكاني للمدن الموجودة فيها.

٢- إن إنتاج رماد ملوث بمعادن ثقيلة وديوكسين هو نتيجة حتمية لحرق النفايات الطبية الخطرة لما تحتوي بصورة أساسية على كميات من المواد الكلورية والمعادن الثقيلة والمواد الكيماوية، والمواد المشعة أحياناً.

وبالتالي نقترح طريقة الأوتوكلاف لمعالجة النفايات الطبية الخطرة لأنها تتمتع بالمزايا الآتية:

- ١- لا ينتج عنها غازات سامة.
- ٢- تعالج معظم أنواع النفايات.
- ٣- إمكانية تقليل حجم النفايات بالإضافة فرامة آلية.
- ٤- تعد كلفة الإنشاء والتشغيل منخفضة، ولا تحتاج إلى مهارات خاصة للتشغيل والصيانة.
- ٥- جهاز الأوتوكلاف متوافر بساعات مختلفة حسب الحاجة.

نستنتج مما سبق أنه يمكن معالجة النفايات الطبية الخطرة في مشافي محافظة ريف دمشق بطرق حديثة غير حارقة (كالتحلل الحراري الحيوي والأوتوكلاف) وهو الأفضل بيئياً والأنسب لهذه المشافي. ومن الأفضل ربط هذه المشافي بوحدة معالجة مركزية لتخفيف الكلفة الإجمالية للمعالجة.

نتائج البحث

- هناك خلل في إدارة النفايات الطبية في المشافي المختارة في محافظة ريف دمشق.
- ١- لا يوجد فرز للنفايات الطبية في المشافي المختارة في محافظة ريف دمشق.
 - ٢- تجميع النفايات في أكياس بلاستيكية موحدة دون الإشارة لمحتواها في المشافي المدروسة في محافظة ريف دمشق.
 - ٣- نقل النفايات الطبية داخل المشافي بشكل غير صحيح، أحياناً يدوياً.
 - ٤- لا يوجد أماكن خاصة لتخزين النفايات الطبية الخطرة في المشافي المدروسة رغمما يتم ترحيلها للمعالجة.

٥- يتم في بعض المشافي حرق جزء من النفايات الطبية في محارق مكشوفة وذات درجة حرارة منخفضة نسبياً ، دون معالجة للدخان المتتصاعد مع ما يترتب على ذلك من مخاطر وأضرار بيئية.

٦- حرق النفايات الطبية الخطرة الحاوية على نسب عالية من بلاستيك p.v.c والزئبق تشكل خطراً بيئياً شديداً.

٧- كمية النفايات الطبية الكلية تعادل ١,٣٣ كغ/اليوم / السرير.

٨- كمية النفايات الطبية الخطرة تعادل ٠,٣٣ كغ/اليوم / السرير.

٩- يمكن معالجة النفايات الطبية بطريق صديقة للبيئة كالأوتوكلاف والتخلص الحراري.

٣ - ٢ التعقيم باستخدام جهاز الاوتوكلاف [45]

عملية التعقيم هي إزالة الميكروبات من الأدوات والأسطح والمخلفات الطبية والتي يتوقع احتوائها على مسببات المرض لجعلها غير قادرة نهائياً على النكاثر عند توفر الظروف المناسبة لها.

عمليات التعقيم ضرورية لقتل الميكروبات المسببة للأمراض أو للحد من انتشارها، وتم بواسطة استخدام طرق طبيعية (الحرارة وغيرها) لها المقدرة على قتل الميكروبات بمختلف أنواعها من بكتيريا وفيروسات وفطريات وكذلك أطوارها المقاومة للعوامل البيئية مثل الأبواغ. قابلية تأثير الميكروبات لعملية التعقيم تختلف باختلاف نوعها وكذلك الظروف البيئية أثناء عملية التعقيم.

٣ - ٢ - ١ مزايا التعقيم

١. يعد من أهم النقاط في سلسلة مكافحة العدو.
٢. أفضل الطرق لإزالة التلوث من أي آلية طبية مما يجعل استخدامها آمناً.

٣ - ٢ - طرق التعقيم

تنقسم طرق التعقيم إلى أنواع من أهمها الحرارة والتي تنقسم إلى :

٣ - ٢ - ١ التعقيم بالحرارة الجافة

تتطلب عملية التعقيم بالحرارة الجافة وقت أطول ودرجة حرارة أعلى منها في حالة التعقيم الرطب وذلك لأن التوصيل الحراري بالهواء أقل كفاءة من البخار الرطب.

وستستخدم الحرارة الجافة أساساً لتعقيم الأدوات الزجاجية والمواد الصلبة التي تتحمل الحرارة المرتفعة وتتأثر عكسياً بالبخار وذلك بعد لفها في ورق أو وضعها في عبوات تمنع إعادة التلوث بعد التعقيم كما هو الحال عند تعقيم أطباق بترى والماسنات الزجاجية المستخدمة في معامل الأحياء الدقيقة. المعدل القياسي للتعقيم هو (١٦٠ درجة مئوية) خلال ٦٠ دقيقة. فإذا انخفضت درجة الحرارة إلى (١٢٠ درجة مئوية) يرتفع الزمن المطلوب إلى ٦ ساعات مثل: الحرق، الهواء الساخن الجاف، الـلـهـبـ والـكـيـ.

ويستخدم لتعقيم الأدوات الزجاجية والمعدنية وغيرها. ويتم التعقيم بالحرارة الجافة بإحدى الطريقتين التاليتين:

a الاحتراق

تعتبر هذه الطريقة الأكثر أماناً للتعقيم، ويتم تعقيم الأدوات المعدنية المستخدمة بطريقة التسخين حتى الاحتراق في أفران خاصة.

b فرن الهواء الساخن

المعدل القياسي للتعقيم هو (١٦٠ درجة مئوية) مدة ساعة واحدة. ويجب أن تحتوي أفران الهواء الساخن المستخدمة في التعقيم على مروحة للتأكد من دوران الهواء ومن درجة الحرارة في كل المستويات داخل الفرن.

وهنا لابد من الإشارة إلى مميزات التعقيم بالحرارة الجافة:

- يتناسب مع الآلات التي لا يمكن فكها لأنه يصل إلى جميع الأسطح.
- لا يؤثر على الآلات الحادة.
- غير مكلف ولا يسبب صدأً أو تآكلًا للألات.

عيوبه

- يحتاج لوقت طويل نسبياً.
- لا يستخدم في تعقيم المطاط والقماش.

٣ - ٢ - ٢ الحرارة الرطبة

يستخدم التعقيم بالبخار الرطب Steam-under-pressure sterilization لتعقيم المحاليل المائية والمواد الأخرى التي تتلف بالحرارة ويستعمل لذلك جهاز خاص يسمى الأوتوكلاف (Autoclave) وهو جهاز ضغط صمم لتسخين المحاليل المائية فوق درجة غليانها للوصول للتعقيم واخترع من قبل Charles Chamberland في سنة ١٨٧٩ والذي يملأ بالبخار الرطب على ضغط أعلى من الضغط الجوي لذلك فالتعقيم يمكن الوصول إليه على درجة حرارة أعلى من درجة حرارة غليان الماء. وتعقم المواد بالأوتوكلاف على درجة حرارة 121°C لمدة ١٥ دقيقة باستعمال البخار تحت ضغط

يساوي تقربيا $1,2 \text{ Kg/Cm}^2$ وعند هذه الدرجة من الحرارة تموت أكثر الأحياء الدقيقة مقاومة للحرارة عند تعرضها لهذه الدرجة لفترة زمنية قصيرة. علما بأن بعض أنواع الجراثيم يمكنها تحمل درجة حرارة غليان الماء لعدة ساعات.

المعدل القياسي للتعقيم هو (١٢٠ درجة مئوية) خلال (١٥ دقيقة)، فإذا ارتفعت درجة الحرارة إلى (١٣٤ درجة مئوية) ينخفض الزمن المطلوب إلى ٣ دقائق ويعتبر التعقيم بالحرارة الرطبة الطريقة المثالية لتعقيم الشراشف والأقمشة.

ويعتبر التعقيم بالحرارة الرطبة من أكثر طرق التعقيم أهمية للأسباب التالية:

١. الاحتفاظ بدرجة الحرارة المطلوبة طوال فترة التعقيم.
٢. قدرة البخار المضغوط على التخلل داخل مسام الأشياء المراد تعقيمها.
٣. يحتاج إلى الحرارة أقل من تلك المستخدمة في تعقيم بالهواء الجاف، حيث أن البخار الساخن له القدرة على قتل الجراثيم أكبر وأسرع من الهواء الساخن الجاف المستخدم في الفرن الكهربائي.

بعض العوامل المؤثرة في عملية التعقيم بالبخار المضغوط

١. الحرارة:

إن الجراثيم الداخلية للبكتيريا من صور الحياة الشديدة مقاومة للحرارة ويمكن فقط الوصول إلى درجة الحرارة القاتلة عندما يكون البخار مضغوطا وتعتبر درجة حرارة 121°C كافية لهذا الغرض إذا استمرت لفترة المناسبة من الوقت.

٤. الرطوبة:

يتطلب تخثر البروتوبلازم البكتيري (البروتينات والأنزيمات... الخ) عند درجات الحرارة المعتدلة وجود رطوبة فإذا لم تتوفر الرطوبة فإن الحرارة اللازمة لتجمیع البروتین تزيد كثيرا، وكلما ارتفعت درجة حرارة البخار زاد جفافه. لذلك فإن درجة الحرارة ومدة التعرض اللازمة للتعقيم سوف تزيد لتصل إلى ما يقرب من حالة التعقيم بالهواء الساخن (170°M لمدة ساعة) إذا ارتفعت درجة حرارة البخار عن اللازم وعلى ذلك فإن البخار الزائد التسخين قد يفقد بعض كفاعته كعامل لقتل الميكروبات بالإضافة إلى أن زيادة درجة الحرارة قد تكون ضارة بالمواد الجاري تعقيمها.

٣. الضغط:

ليس للضغط تأثير في عملية التعقيم على المدى المستعمل بالأوتوكلاف، غير أن الضغط مطلوب فقط للوصول بالبخار إلى درجة حرارة أعلى من 100°M .

٤. الوقت:

الوقت مطلوب كي يتمكن البخار من النفاذ وتسخين المواد لدرجة حرارة التعقيم المطلوبة. وحتى عند الوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة فإن الجراثيم لا تقتل كلها في الحال. فمعدل الموت ثابت عند درجة حرارة معينة وفي كل وحدة زمن تتعرض خلاله الميكروبات لعامل القتل فإن نسبة معينة من الميكروبات تموت. وعادة فإن قتل الجراثيم الداخلية للبكتيريا الحية المحبة للحرارة المرتفعة يحتاج لمدة ١١ - ١٢ دقيقة عند درجة حرارة 121°M (حرارة رطبة).

٥. الهواء المحتجز:

يكون الهواء البارد الموجود في الحيز الداخلي للمعقم أقل بمقدار مرتين أو أكثر من البخار عند درجة حرارة التعقيم. فإذا لم يسمح للهواء بالخروج فإن طبقات من الهواء والبخار ستكون داخل

المعقم، ونظرا لأن الهواء والبخار بطيء الالتحالط فإن الاختلاف في درجات الحرارة بين الطبقات العليا والسفلى سيكون كبير جدا وحتى إذا ما تم احتلال الهواء بالبخار فإن محصلة الحرارة الناتجة قد تكون أقل من تلك المطلوبة. ومن هنا يتبيّن أهمية الإحلال الكامل للهواء بواسطة البخار.

طبيعة المواد المطلوب تعقيمها:

عموما فإن المواد الضخمة وغير المنفذة للبخار يحتاج تعقيمها لوقت أطول، ولذلك فإنه من الأسباب أن تعقم المواد في أصغر عبوات مناسبة. مثلا نجد أن تعقيم ٥ لترات في خمسة دوارق كل منها يسع لترات أفضل من تعقيمها في دورق واحد سعنه ٥ لترات . يجب أن تسد الدوارق بأغطية قطنية، وإذا كانت هناك ضرورة لاستعمال السدادات البلاستيكية أو غيرها من الأغطية فيجب أن توضع في مكانها بدون إحكام وذلك للسماح للهواء بالخروج والبخار بالدخول بسهولة ، وأيضا لتجنب انفجار الأواني أو طرد السدادات أثناء تشغيل البخار.

٣ - ٢ - ٣ أنواع الأوتوكلاف

١. ذو حجم صغير ويوضع على منضدة مثل الذي يستخدم في العيادات.
٢. ذو حجم كبير ويحتاج لمكان خاص في المستشفى .

٣ - ٢ - ٤ خطوات التعقيم بالأوتوكلاف

- ١) تنظيف الأدوات والمعدات والأجهزة المراد تعقيمها وتجفيفها جيداً .
- ٢) فك أو فتح الأدوات والمعدات والأجهزة المفصليّة ووضعها مفتوحة.
- ٣) تغليف الأدوات والمعدات والأجهزة التي سيتم تخزينها بعد التعقيم وترقيمها وكتابة أنواعها.

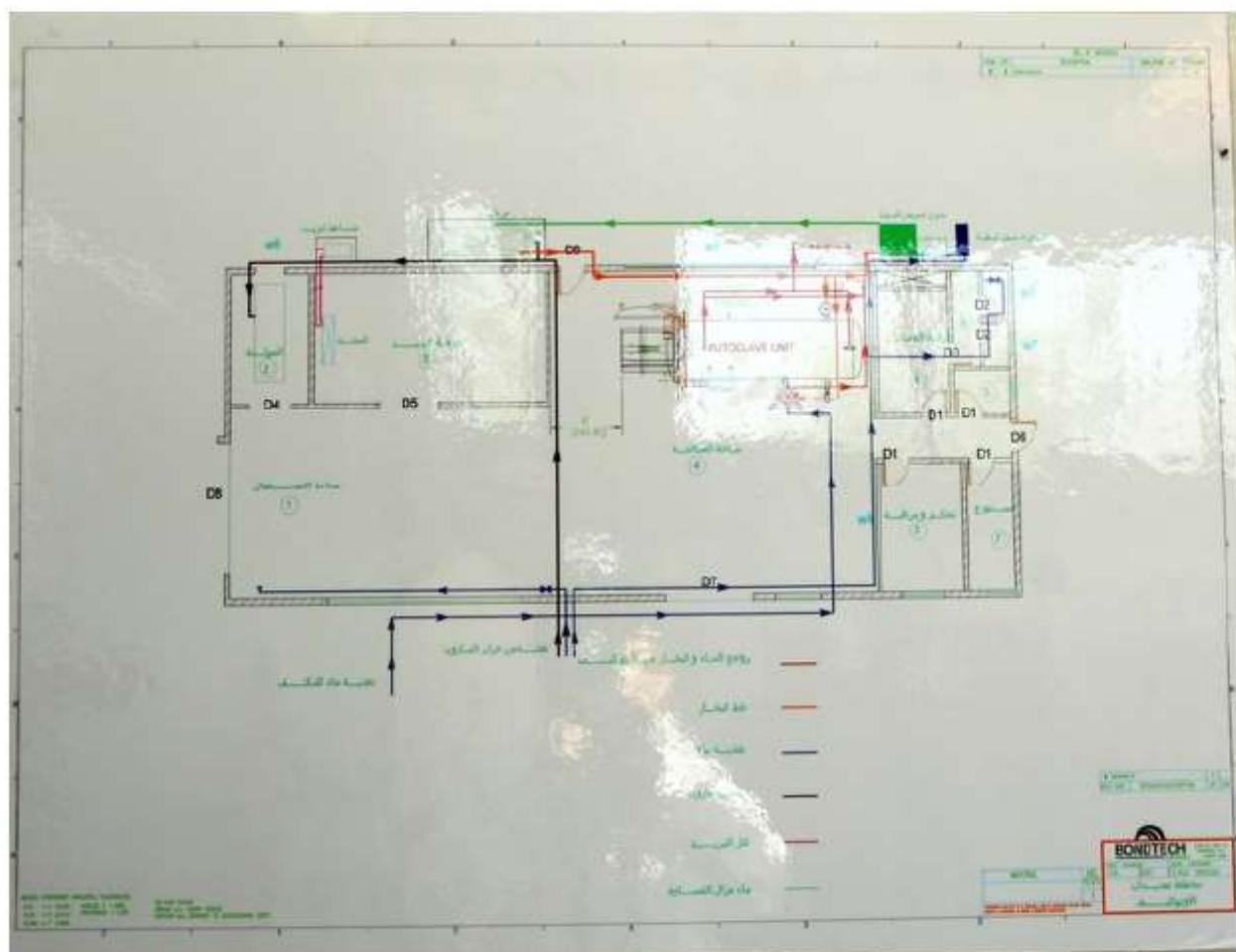
- ٤) ترتب الأدوات والمعدات والأجهزة في الأوتوكلاف بطريقة تسمح بمرور تيار البخار ووصوله لكل أجزاء الأجهزة والأدوات مع مراعاة سعة الأوتوكلاف.
- ٥) يجب مراعاة تعليمات تشغيل الجهاز من المصنع بدقة مما يساعد على الحفاظ على الجهاز.
- ٦) يبدأ حساب الوقت المطلوب للتعقيم عند وصول درجة الحرارة للدرجة المطلوبة، وكذلك الضغط وليس قبل ذلك.
- ٧) عند الانتهاء من وقت التعقيم يترك الجهاز حتى يبرد ويفرغ البخار عن طريق فتح الصمام الخاص بذلك، ويترك الجهاز لمدة ٣٠ - ٢٠ دقيقة ليبرد ثم يفتح الغطاء العلوي للسماح بخروج باقي البخار.
- ٨) ترك الأدوات والمعدات والأجهزة لتجف تماماً قبل رفعها من الجهاز (قد يصل الوقت إلى ٣٠ دقيقة أخرى).
- ملاحظة هامة:** تعتبر الأدوات والمعدات والأجهزة غير الجافة غير معقمة.
- ٩) يتم تخزين الأدوات والمعدات والأجهزة في مكان جاف بعيداً عن أي مصدر تلوث قدر الإمكان. إن الغرض من التغليف قبل التعقيم هو حماية الآلات من الأتربة والجراثيم أثناء تخزينها بعد التعقيم لحين الاستخدام. ويتم التغليف إما في قماش أو ورق مخصص لذلك، أو في أوعية معدنية. وفي حالة التغليف بالقماش فإن ذلك يتم بطريقة الظروف أو الحزمة.
- ١٠) إن معظم البيئات المغذية التي تتحمل درجات الحرارة المرتفعة مثل بيئه الأغار المغذي يمكن تعقيمها في الأوتوكلاف. وأيضا الشاش والقماش والقطن وسدادات الكاوتش.
- ١١) المزارع الميكروبية المراد التخلص منها كمزارع البكتيريا المرضية المعدية. ويجري التعقيم في الأوتوكلاف لمدة ١٥ - ٢٠ دقيقة على درجة حرارة ١٢٠ م تقريباً.

بعض الملاحظات الخاصة بنظام التقطيع ثم الغمر بالماء:

- ١- الجهاز يقوم بقطع المخلفات (cutting system) وليس فرمها وهناك فرق كبير بين التقطيع والفرم حيث أن نواتج عملية الفرم تكون صغيرة جداً ولا يمكن الاستفادة منها [46].
- ٢- يحتاج الجهاز في كل دورة إلى سائل كيميائي (surfactant) مستورد وغير متوفّر بالسوق المحلي يقلل من التوتر السطحي للمخلفات ليمنع التصاقها بالجهاز (وهذا يزيد من تكاليف التشغيل ويعرض الجهاز للتوقف في حالة نقص هذا المحلول).
- ٣- يتم تغيير السكاكين الخاصة بعملية التقطيع كل ٤ أسابيع (زيادة تكاليف التشغيل + الصيانة المستمرة).
- ٤- يعتمد الجهاز في عمله على عمر المخلفات بالمياه الساخنة في وجود السائل الكيميائي (surfactant) مما يذيب المكونات القابلة للذوبان (تلوث كيميائي لمياه الصرف).
- ٥- يحتاج الجهاز إلى وصلات مياه ساخنة وسخان عالي القدرة مما يزيد تكاليف التشغيل.
- ٦- درجة حرارة الماء الذي يتم ضخه بالوعاء ١٢١°C وليس درجة حرارة المخلفات.
- ٧- لا يوجد ما يفيد مقدار الضغط داخل وعاء المخلفات.
- ٨- المخلفات الناتجة من الجهاز بعد المعالجة وان كان حجمها قد نقص إلى ٢٠٪، فإن وزنها قد ازداد نتيجة غمرها بالماء وازدياد نسبة الرطوبة بها يزيد من صعوبة التداول.
- ٩- لا يوجد ما يفيد بأن النواتج المعالجة خالية من مسببات الأمراض (تعقيم تام).

٣ - ٢ - ٥ مخططات جهاز الاوتوكليف في مكب نجها [47]

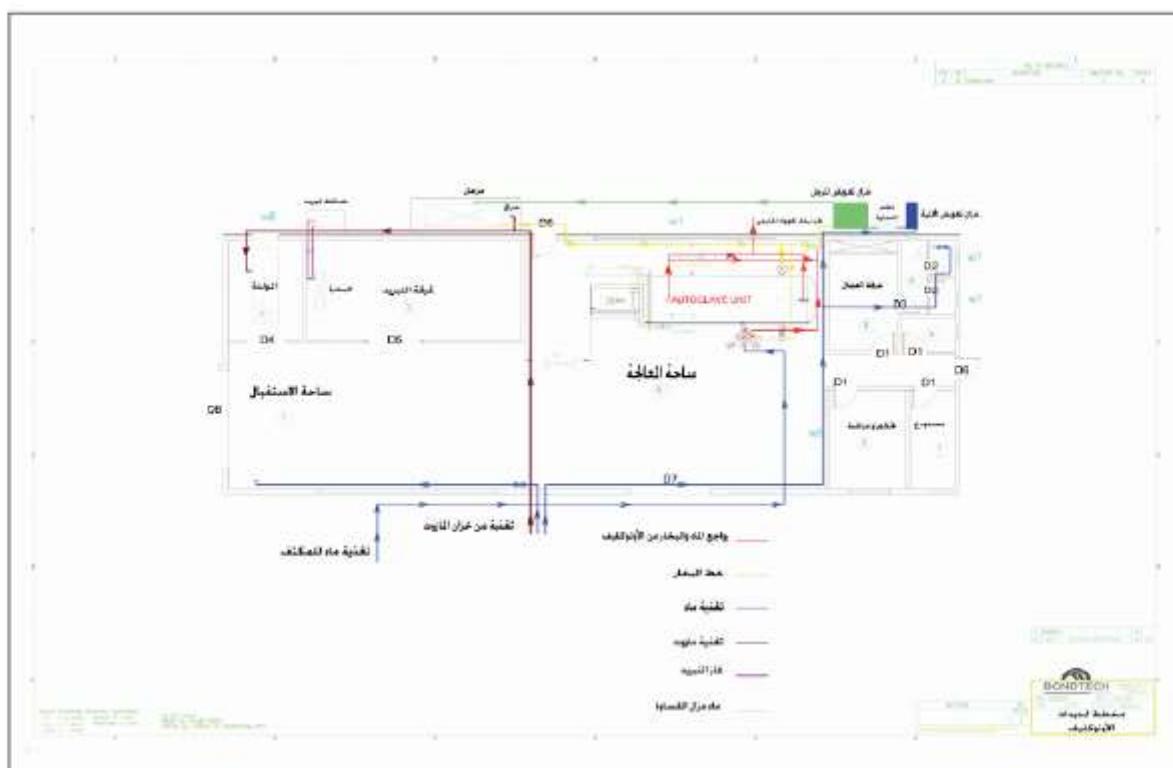
الشكل (١٢ حتى ١٥) تبين المخطط للبناء المتواجد بها آلة الاوتوكليف



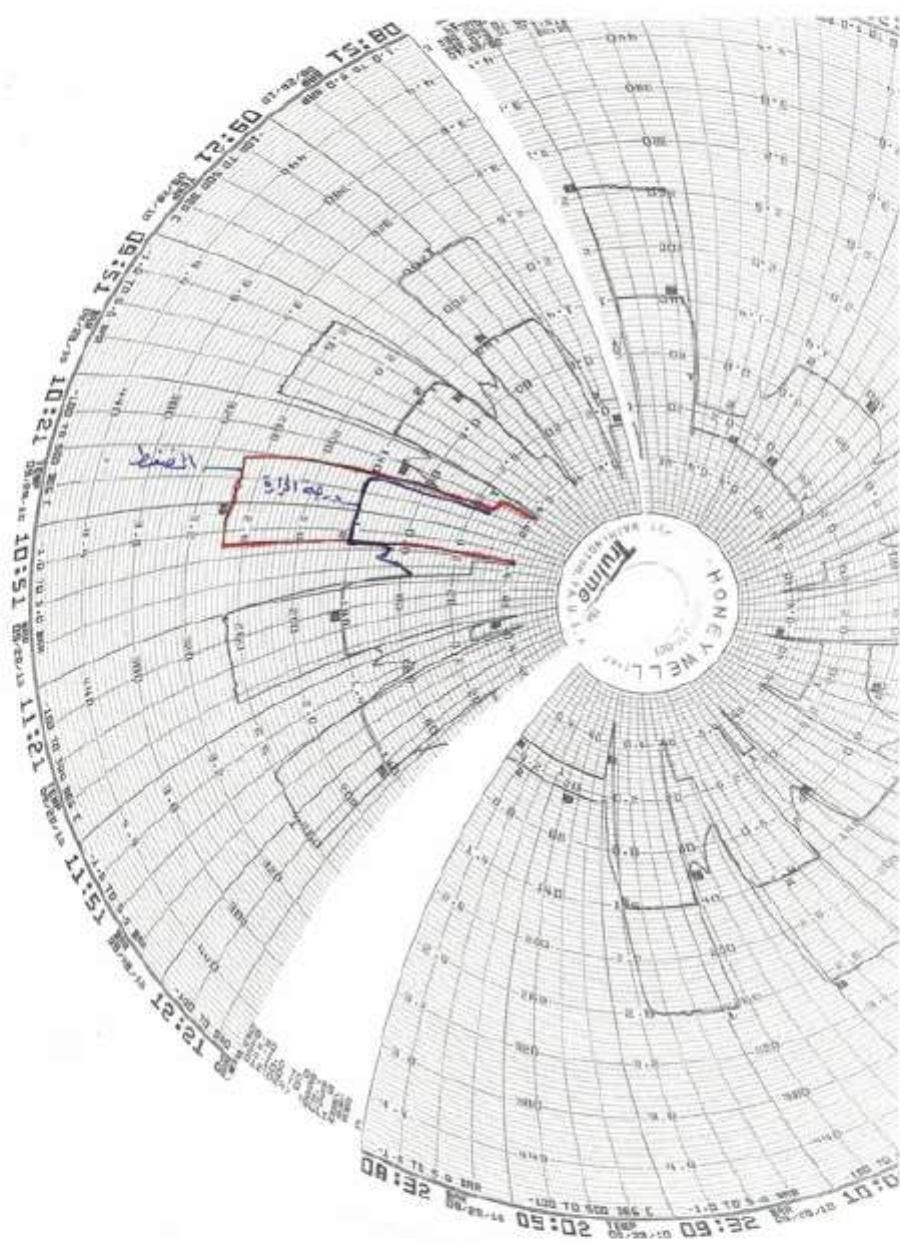
الشكل (١٢)



الشكل (١٣)



الشكل (١٤)



الشكل (١٥)) يبين مخطط درجة الحرارة والضغط والזמן لجهاز الاوتوكليف المستخدم في مكب نجها .

الشكل (١٥) عبارة عن مخطط بياني لدرجة الحرارة والضغط داخل جهاز الاوتوكليف والفترة الزمنية التي تبقى فيها النفايات قيد المعالجة مع تحديد الساعة وتاريخ اليوم التي تجري فيها عملية المعالجة والمخطط البياني يعمل بشكل اوتوماتيكي عند بدء عملية المعالجة .

٣ - ٤ - ٧ تطوير جهاز الاوتوكليف للقضاء على نفايات المستشفيات والتخلص منها وتحويلها

إلى مخلفات منزليه

لقد تم تطوير حل فعال واقتصادي يعتمد على إبطال مفعول النواحي الضارة للمخلفات قبل تفريغها. وهذا الحل عبارة عن جهاز للطحن والتعقيم ، حيث قام الباحث بدراسة تصميم تحويل مخلفات الأنشطة العلاجية إلى مخلفات منزليه عاديه، ومصطلح مخلفات الأنشطة العلاجية يشمل مخلفات الحقن، الإبر، الورق، البلاستيك، الزجاج أو النسيج الملوث في المستشفيات.

وتحتال مختلف تلك المخلفات عن النفايات العاديه حيث تتطلب معالجة خاصة بها، إذ يجب تجميعها في حاويات خاصة مع حرق محتوياتها بصفة خاصة في موقع المستشفى أو نقلها إلى مركز احتراق مخصوص له، غير أنه لم يعد هناك إقبال في الوقت الحالي على عمليات الاحتراق. وبالتالي فإنه قبل وصول المخلفات إلى أنظمة المعالجة الموجودة في المدن، ينبغي القضاء على التلوث الموجود فيها فضلاً عن التخلص من الحقن. وهنا يأتي دور الجهاز بالتصميم الجديد فتجد أنه يتم وضع المخلفات الملوثة في الغرفة العلوية لـماكينة مزودة بنظام طحن عالي الطاقة، ويعقب ذلك طحن المخلفات مع نقلها إلى الغرفة السفلية. وبعد إجراء عملية الطحن، يتم تسخين المخلفات ببخار المياه حتى درجة ١٣٨ مئوية في إطار زيادة الضغط حتى ٣,٨ بار. وتتجدر الإشارة إلى أن تلك الدورة تتم بشكل آوتوماتيكي حيث تستغرق ما بين ٤٠ إلى ٦٠ دقيقة. وفي النهاية يتم الحصول على مواد مطحونة، معقمة من شأنها الانتقال إلى مصانع مخلفات المنازل علما بأنه يتم خفض الحجم الأصلي بنسبة تصل إلى حوالي ٨٠٪. ومن هنا يتمتع هذا النظام بالفاعلية نظراً لأن جهاز الطحن مصمم لاستقبال الأشياء غير المرغوب فيها والتعامل معها مثل المفكات أو أي قطعة من شأنها إتلاف معدات

التشغيل. وقد تم القضاء على احتمالات الانسداد الناتج عن وجود المواد البلاستيكية المنصهرة، وذلك بفضل تصميم فريد من نوعه لشفرات الطحن التي تعمل في اتجاه معاكس، إذ أن اتجاه الدوران يتم تغييره كل دقيقتين. ومن جهة أخرى يتميز هذا النظام الاقتصادي بصفة خاصة كونه يعمل بالكامل أتوماتيكياً في إطار تزويد بنظام أمان ضروري للتبيه في حالة أي تشغيل خاطئ، وبالتالي فإنه لا يمكن فتح الماكينة سوى في حالة وصول درجة الحرارة والضغط لمعدل معين فضلاً عن عدم إمكانية تشغيل الدورة في حالة عدم غلق الجهاز، كذلك فإنه لا يمكن إخراج المخلفات قبل إجراء المرحلة النهائية للتعقيم. ومن هنا فإن التعامل مع تلك الأجهزة الجديدة لا يتطلب أي مواصفات أو خبرات خاصة.

٣ - ٢ - ٨ تعقيم وتنزيق النفايات الطبية الصلبة

تعريف المشكلة:

تحتوي النفايات الطبية على مواد ومحاقن وأنواع أخرى من الأدوات الحادة والأدوات الزجاجية وأنواع مختلفة من الورق والمواد البلاستيكية، التي يمكن أن تكون جزءاً من النفايات الطبية إذا كانت القوانين المحلية تسمح بذلك. أما الأجزاء البيولوجية فيجب التعامل معها بنظام مستقل. يجب فصل النفايات الطبية وازالتها في حقائب تعريفية خاصة وحاويات وهذا يتطلب نظام المعالجة الذي يجعل النفايات آمنة ويمكن التعرف عليها.

يمكن معالجتها داخل المشفى أو نقلها إلى مركز العلاج قبل استخدام تفريغ المدينة العادي من النفايات المنزلية، لذا يجب تطهير هذه النفايات وتدمير المحاقن.

الحل:

يتم تحميل النفايات الملوثة في الجزء العلوي من الجهاز، ومن الداخل يتم تسخين السفينة البخارية بدرجة حرارة ١٣٨ درجة مئوية ويزداد الضغط حتى ٣,٨ بار و تستغرق كامل هذه العملية الأوتوماتيكية من ٣٠ - ٦٠ دقيقة وفقاً للنموذج، حيث يتم تعقيم الشظايا الناتجة عن عملية الفرم أو التقطيع لخروج بعدها من الجزء السفلي للجهاز وترسل إلى موقع المكبات التقليدية. ويجب التتوهه بأن الحجم الأصلي للنفايات ينخفض بنسبة ٨٠% في عملية الفرم أو التقطيع التي تعد آمنة وفعالة ورخيصة التكلفة.

آلية العمل:

١. التحميل تلقائياً إلى الأعلى.
٢. التمزيق يبدأ عند ما يتم إغلاق غطاء التحميل، حيث تبدأ الشفرات بالدوران والتقطيع(علمًأ بأن اتجاه الدوران يتغير بانتظام) وتكون قادرة على تفتيت النفايات الطيبة الصلبة حتى الأدوات والمعدات والمسارط المصنعة من الفولاذ مقاوم للصدأ.
٣. تسخين البخار، حيث ترتفع درجة الحرارة إلى ١٣٨ درجة مئوية والضغط إلى ٣,٨ بار.
٤. التعقيم: يتم التعقيم من خلال الحفاظ على درجة حرارة ١٣٨ مئوية لمدة ١٠ دقائق، وتبقي شروط التعقيم حتى يتم فتح الباب السفلي.
٥. التبريد: يتحقق التبريد وصولاً إلى ٨٠ درجة مئوية بوساطة رش الماء البارد في الجدران الداخلية للحاوية وسيكون الحد من الضغط في وقت واحد إلى المحيط.
٦. تجفيف وتبريد الماء المكثف هو الخطوة التالية.
٧. الغراغ لتكتيف البخار القادم من النفايات المعقمة قبل عملية الفتح.

.٨. الوقت الأمن: يتم خلاله التأكد بأنه تم تحقيق جميع الشروط الآمنة لفتح النظام وتغريغ النفايات وتعقيمها.

٣ - ٢ - ٩ الموثوقة

يمكن لنظام التشغيل أن يعمل بأمان من قبل رجل واحد فقط غير محترف، تم تدريبه لمدة يوم واحد وهذا النظام أوتوماتيكي بالكامل مع العديد من مزايا السلامة التي تضمن تصحيح إجراءات التشغيل . على سبيل المثال : يمكن فتحه فقط عندما تكون درجة الحرارة والضغط مقبولين ولا يمكن للعملية أن تبدأ إذا لم تكن جميع الأقفال في أماكنها ولا يمكن أن تتوقف العملية حتى تكتمل عملية التعقيم. عندما يحدث فشل يتم إجراء التشخيص التلقائي بوساطة الجهاز الذي يعرض طبيعة الفشل، يمكن تنشيط دورة الأمان قبل فتح الجهاز من الداخل لأن الجهاز هو آلة تعقيم . ويقدم دليل المشغل والنص على شاشات الكمبيوتر باللغة المحلية، أما دليل التقنية والصيانة فهي متاحة باللغتين الإنجليزية والفرنسية. علماً أن النظام يتطلب صيانة قليلة جداً ماعدا التسحيم وشحذ السكاكين للقطع .

٣ - ٢ - ١٢ دراسة عامة للتفرقة بين الآلة بعد التعديل والمحارق:

بعد تعديل جهاز الاوتوكليف قمنا بمقارنة بإجراء مقارنة مع المحارق وتبين ان استهلاك الآلة من الكهرباء بعد التعديل هو ٦٠ ك.وات واستهلاكها للماء هو ٢,٤ م ٣ بينما المحارق تستهلك وقود بحدود ٤٠٠ ليتر لكل ورديه واستهلاكها للكهرباء ٨٠ ك.وات اي يفوق استهلاك الآلة بعد التعديل ٢٠ ك.وات .

كما تم مقارنة المخلفات الناتجة والوزن والتلوث والتشغيل والصيانة والזמן ، ودللت المقارنة التي جرت على ان استخدام جهاز الاوتوكليف المعدل يفوق بنسب كبيرة ما هو عليه في المحارق . المقارنة بين المحارق والآلة بعد التعديل مبينة في الجدول (١٤) .

الجدول (١٤) يبين مقارنة بين الجهاز باستخدام الفرامة المصصمة والمحرقة .

المحارق	الآلية بعد التعديل	وجه المقارنة
<ul style="list-style-type: none"> - استهلاك وقود (سولار) ٤٠٠ لتر. - استهلاك كهرباء ٦٠ ك. وات. - استهلاك مياه ٤٢٠٠ متر مكعب. - استهلاك شرائط إشعال في حالة استخدام السولار. 	<ul style="list-style-type: none"> - استهلاك كهرباء ٦٠ ك. وات. - استهلاك مياه ٤٢٠٠ متر مكعب. 	١- التكاليف لكل ١٠٠٠ كيلو جرام
<p>يجب فصل المخلفات حتى يمكن تحديد كمية الوقود اللازم للحرق الكامل .</p>	<p>لا تحتاج إلى فصل المخلفات.</p>	٢- المخلفات
<p>نعتمد على الوزن لتحديد نسب الوقود المستخدم.</p>	<p>لا نعتمد على الوزن.</p>	٣- الوزن
<p>ينتج أدخنة - غازات - لذا فهي تحتاج إلى نظم حديثة للمعالجة وهي مرتفعة التكاليف .</p>	<p>لا ينتج أي تلوث.</p>	٤- التلوث
<p>يحتاج إلى فني ماهر لفصل المخلفات وزونها وتحديد نسبة الرطوبة بها.</p>	<p>لا يحتاج إلى فني ماهر.</p>	٥- التشغيل
<p>صعوبة صيانتها</p>	<p>سهل الصيانة</p>	٦- الصيانة
<p>سهولة انتقال العدوى للقائمين على صيانتها</p>	<p>درجة الأمان ١٠٠ % للمشغل حيث يتم تعقيم جميع الأجزاء الداخلية للجهاز مع كل دورة .</p>	٧- معامل الأمان لل الفنيين
<p>يجب التركيب والتشغيل في مكان مفتوح ويحتاج إلى مساحة كبيرة بعيداً عن مبنى المستشفى والأماكن السكنية لتصاعد العوادم والغازات .</p>	<p>يمكن تركيب الجهاز وتشغيله في حجرة مغلقة حيث أنه لا يحتاج إلى نظم تهوية ولا يتتصاعد منه أية غازات</p>	٨- المكان
<p>تحتاج الدورة إلى وقت كبير لأنه يوجد وقت فقد في عملية الفصل وعملية خفض درجة الحرارة (التبريد) بين كل دورة وأخرى</p>	<p>تحتاج الدورة من ٣٠ إلى ٤٥ دقيقة ولا يوجد وقت فقد بين الدورات . وإمكانية تشغيله ١٥ دورة متتالية في حدود فترة زمنية ٨ ساعات .</p>	٩- الزمن

٣ - ٣ بعض الملاحظات الخاصة بنظام الاوتوكليف مقارنة بنظام الآلة بعد التعديل

-١ من الثابت علمياً أن عملية التعقيم بالبخار تحت ضغط تعتمد على تخلل واحتراق البخار داخل الأشياء المراد تعقيمها بالإضافة إلى درجة الحرارة والضغط، علماً بأن كل أجهزة التعقيم لا تصل بالحرارة إلى أكثر من ٥١٣٦ م و ٢,٢ ضغط جوى، لكن جهاز الآلة بعد التعديل يصل بالحرارة إلى ٥١٣٨ م و ٣,٨ بار ضغط جوى وهذه معدلات عالية لا ينافسها فيها جهاز تعقيم آخر مما يساعد على ارتفاع كفاءة عملية التعقيم وتخلل البخار داخل أجزاء المخلفات.

-٢ في ضوء ما سبق، فإنه يجب وضع جميع المخلفات الملوثة في أكياس خاصة منفذة للبخار "وهذه الأكياس عالية الكلفة". وهذا يستلزم وجود هذه الأكياس في جميع أقسام المستشفى وغرف العمليات والمعامل ليتم جمع المخلفات بها، أيضاً يجب توافر هذه الأكياس الخاصة طوال الوقت حتى لا تتوقف عملية معالجة المخلفات. ارتفاع تكلفة التشغيل واحتمالات توقف العمل لأسباب خارج الجهاز.

ملحوظة: الأكياس البلاستيك العادي غير منفذة للبخار.

-٣ إذا افترض توافر هذه الأكياس الخاصة طوال الوقت وتم جمع المخلفات بها، فإن هناك أنواع من المخلفات يستحيل تعقيمها قبل الفرم مثل (أكياس الدم ، أجهزة الوريد وفلاتر غسيل الكلى، أنابيب وعينات المعامل والمزارع بأنواعها) حيث لن يستطيع البخار تخلل هذه الأشياء وبالتالي فإن عملية فرم هذه المخلفات بعد انتهاء عملية التعقيم سيلوث ما تم

- تعقيمه من مخلفات مرة أخرى و يجعلها مصدراً للعدوى وبالتالي فإن هذا النظام لا يفي بمعامل الأمان المطلوب.
- ٤- هذا النظام يشغل حيزاً أكبر من النظام المغلق الآلة بعد التعديل حيث أنه فعلياً يتكون من ثلات وحدات وليس وحدة واحدة.
- ٥- هذا النظام معرض لاحتمالات الأعطال ثلاثة أضعاف نظام الآلة بعد التعديل لأنه مكون من ٣ وحدات.
- ٦- هذا النظام يستهلك المزيد من الوقت والجهد والعمالة حيث يتم نقل المخلفات يدوياً من مرحلة إلى أخرى.

الدراسة التصميمية :

تتضمن الدراسة ما يلى :

- 1 - دراسة العمود:

- تحليل القوى المؤثرة على العمود.

- اختيار المعدن المناسب للعمود.

- التحقق من المثانة على الانحناء.

- 2 - دراسة المحامل الدخروجية:

- اختيار المحامل الدخروجية.

- دراسة التروس الناقلة:

- حساب معالم المستනات.

- اختيار المعدن المناسب

- التتحقق من المثانة.

- 3 - حساب القوى المؤثرة على المستනات.

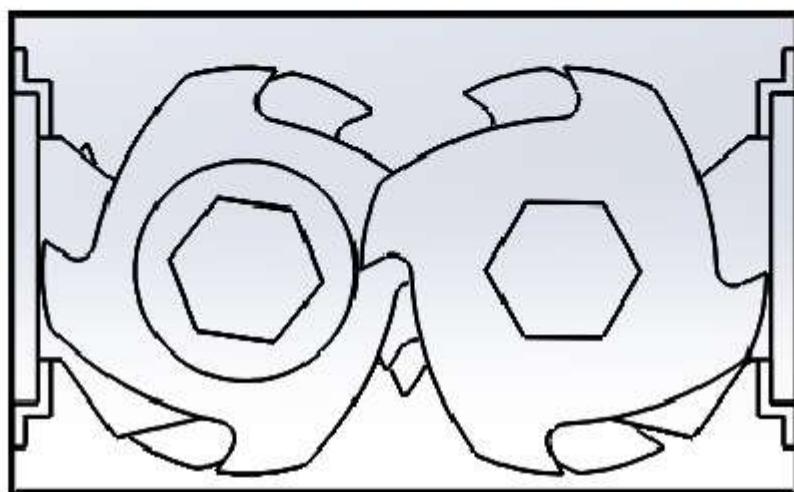
- 4 - دراسة الخواص:

- حساب أبعاد الخابور من العلاقات التجريبية.

- التتحقق من المثانة على القص و الهصر.

- 5 - دراسة الجذير:

- حساب عدد الصفوف للجذير اعتماداً على الاستطاعة المنقولة.



الشكل (16) يبين مقطع في الفرامة المصممة

سيتم تحديد المواصفات الأساسية من الجداول (15) المعياري لمثل هذا النوع من الفرامات وذلك كما يلي:

قطر سكينة القطع = 460 mm

قطر الحلقة = 125mm

البعد المركزي = 360 mm

الفراغ بين الحلقة و سكينة القطع = 5 mm

عدد السكاكين القاطعة في كامل الفرامة = 24

الاستطاعة المطلوبة 75 Kw

عدد الدورات المفترض 100 rpm

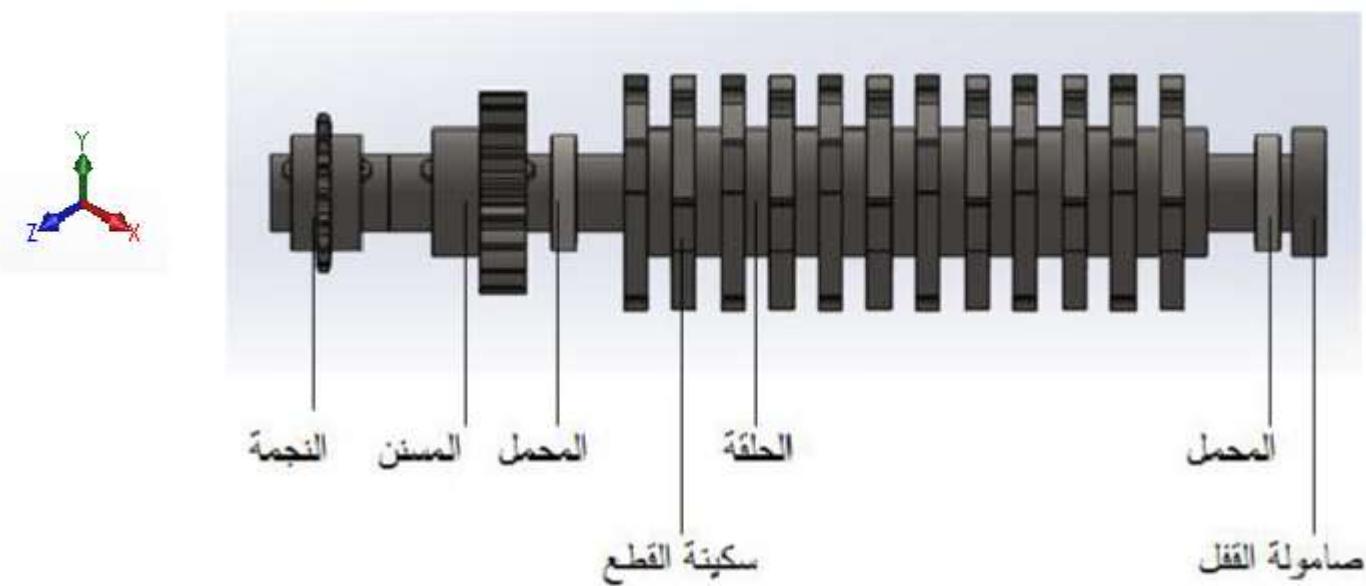
المعدن المستخدم لصناعة السكاكين القاطعة هو الفولاذ السبائكى (HT) 4140 حيث تتم تقيسية القطعة سطحياً بتسخينه إلى درجة حرارة 650°C - 205 ثم يتم الإبقاء على هذه الدرجة لمدة 2 ساعة ثم يتم التبريد السريع بالهواء البارد لدرجة حرارة الغرفة .

المقصود بتصميم الفرامة هو تصميماها وفق الانتاجية المراده وذلك انطلاقاً من شروط استثمار الاوتوكليف بحيث تتحقق المتانة اللازمة والانتاجية المطلوبة .

الجدول (15) يبين المواصفات الاساسية للفرامة :

Drive	Electric
Number of Electric Motors	One
Horsepower	100 HP (75kW)
Horsepower Range	100-150 HP (75-113kW)
Voltage	460/3/60
Voltage Options	Many - Consult Factory
Autochop Feature	N/A
Shock Load Protection	Yes (SSP™)
Cutter Thickness (nominal)	2" (50mm)
Cutter Diameter	18.1" (460mm)
Cutter Material	4140 HT
Shaft Diameter	6" (152mm)

تصميم العمود:



الشكل (17) يبين العمود والأجزاء الراكبة عليه .

تحليل الحمولات على العمود:

إن الحمولات الأساسية على العمود هي أوزان الأجزاء الراكبة عليه وسيتم تحديد هذه الأوزان بالاعتماد على نوع المعدن وذلك بالاستعانة ببرنامج الرسم الهندسي *SolidWorks*

- وزن العمود:

$$= 3307.57 \text{ N} = 1459.65 \text{ N/m}$$

- وزن سكين القطع:

$$= 416.8 \text{ N}$$

- وزن الحلقة:

$$= 123.26 \text{ N}$$

وزن وحدة الطول من السكاكين القاطعة و الحقات:

$$= \frac{416.8 + 123.26}{104 \times 10^{-3}} = 5192.88 \text{ N/m}$$

- وزن المسن:

$$= 886.07 \text{ N}$$

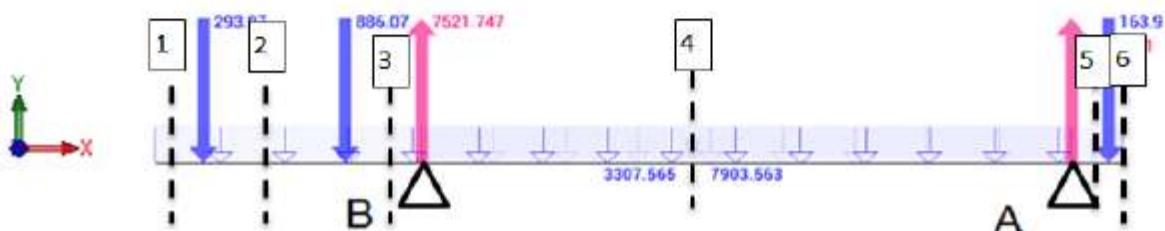
- وزن النجمة:

$$= 293.979 \text{ N}$$

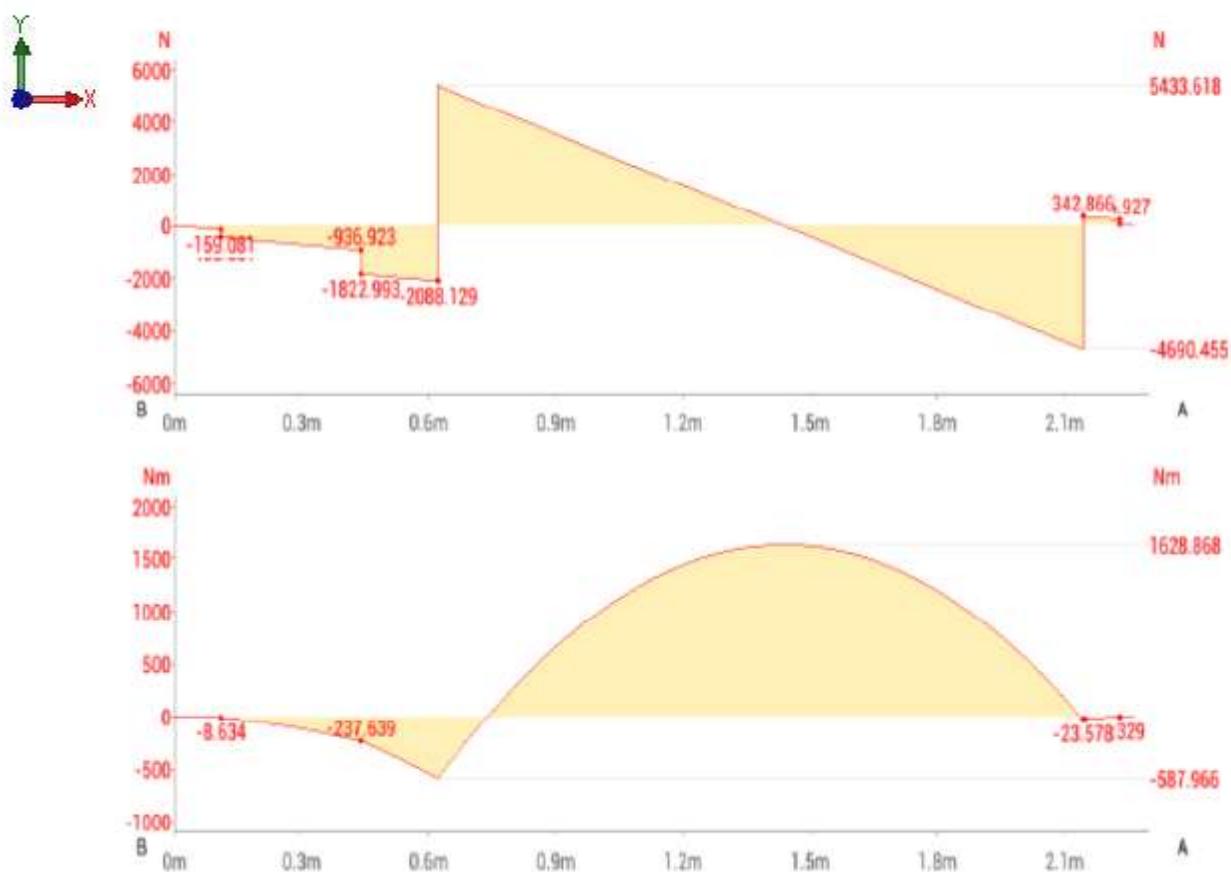
- وزن صاملة القفل:

$$= 163.9 \text{ N}$$

هذه القوى تؤثر في المستوى (X, Y) وستسبب إجهاد إلنجاع على العمود وسيكون مخطط القوى القاسية وعزم الإلنجاع بالشكل (14) :



الشكل (18) يبين القوى المؤثرة على العمود في مستوى (X, Y) .



الشكل (19) يبين مخطط القوى القاسية وعزم الانحناء المؤثرة على العمود على المستوى (X, Y) .

حساب القوى الفاصلة وعزم الانحناء الشكل (14) :

في المقطع الأول:

$$Q_1 = -q_1 \cdot x \quad 0 < x < L_1$$

$$M_1 = -q_1 \cdot \frac{x^2}{2} \quad 0 < x < L_1$$

حيث:

q_1 : وزن العمود على شكل قوة موزعة
 L_1 المسافة من بداية العمود حتى نقطة تأثير القوة F_1 (وزن النجمة)

في المقطع الثاني:

$$Q_2 = -q_1 \cdot (L_1 + x) - F_1 \cdot L_1 \quad L_1 < x < L_2$$

$$M_2 = -q_1 \cdot \frac{(L_1 + x)^2}{2} - F_1 \cdot x \quad L_1 < x < L_2$$

حيث:

F_1 : وزن النجمة
 L_2 المسافة من نقطة تأثير القوة F_1 إلى نقطة تأثير القوة F_2 (وزن المسنن)
المقطع الثالث:

$$Q_3 = -q_1 \cdot (L_1 + L_2 + x) - F_1 - F_2 \cdot L_2 \quad L_2 < x < L_3$$

$$M_3 = -q_1 \cdot \frac{(L_1 + L_2 + x)^2}{2} - F_1 \cdot (L_2 + x) - F_2 \cdot x \quad L_2 < x < L_3$$

حيث:

F_2 : وزن المسنن
 L_3 المسافة من نقطة تأثير القوة F_2 حتى نقطة تأثير قوة رد الفعل R_B .
المقطع الرابع:

$$Q_4 = -q_1 \cdot (L_1 + L_2 + L_3 + x) - F_1 - F_2 + R_B - q_2 \cdot x \quad L_3 < x < L_4$$

$$M_4 = -q_1 \cdot \frac{(L_1 + L_2 + L_3 + x)^2}{2} - F_1 \cdot (L_2 + L_3 + x) - F_2 \cdot (L_3 + x) - q_2 \frac{x^2}{2} + R_B \cdot x \quad L_3 < x < L_4$$

حيث:

R_B : رد فعل المسنند
 q_2 وزن السكاكين القاطعة و الحلقات على شكل قوة موزعة .

L_4 : المسافة بين نقطة تأثير القوة R_B وبين نقطة تأثير القوة R_A (المسافة بين المحملين)

المقطع الخامس:

$$Q_5 = -q_1 \cdot (L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + x) - F_1 - F_2 + R_B - q_2 \cdot L_4 + R_A$$

$$M_5 = -q_1 \cdot \frac{(L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + x)^2}{2} - F_1 \cdot (L_2 + L_3 + L_4 + x)$$

$$- F_2 \cdot (L_3 + L_4 + x) - q_2 \cdot L_4 \cdot \left(\frac{L_4}{2} + x\right) + R_B \cdot (L_4 + x) + R_A \cdot x$$

$$L_4 < x < L_5$$

حيث:

R_A : رد فعل المسند A

L_5 : المسافة من المسند A حتى نقطة تأثير القوة F_3 (وزن صامولة القفل)

المقطع السادس:

$$Q_6 = -q_1 \cdot (L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + x) - F_1 - F_2 + R_B - q_2 \cdot L_4 + R_A$$

$$- F_3$$

$$M_6 = -q_1 \cdot \frac{(L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + x)^2}{2} - F_1 \cdot (L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + x)$$

$$- F_2 \cdot (L_3 + L_4 + L_5 + x) - q_2 \cdot L_4 \cdot \left(\frac{L_4}{2} + L_5 + x\right)$$

$$+ R_B \cdot (L_4 + L_5 + x) + R_A \cdot (L_5 + x) - F_3 \cdot x$$

$$L_5 < x < L_6$$

حيث:

F_3 : وزن صامولة القفل

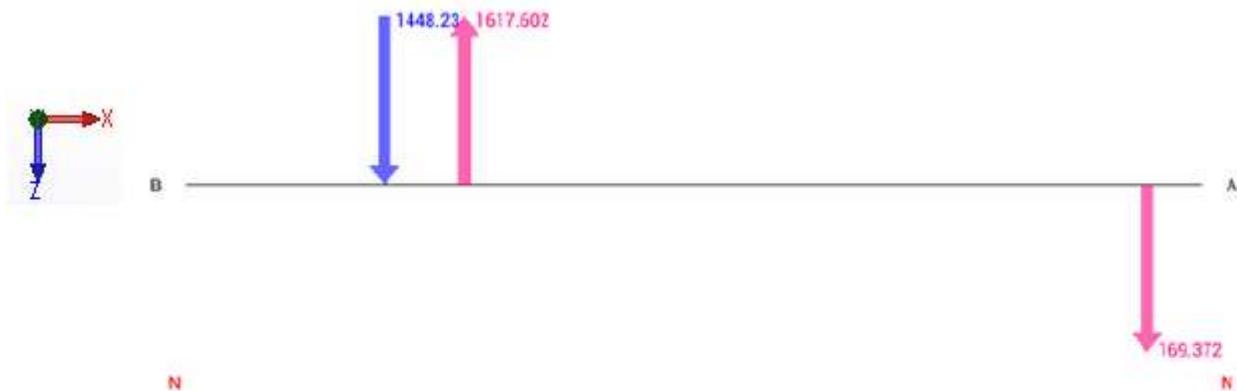
L_6 : المسافة من نقطة تأثير القوة F_3 حتى نهاية العمود .

قيم ردود الأفعال كما يبين الجدول (16) :

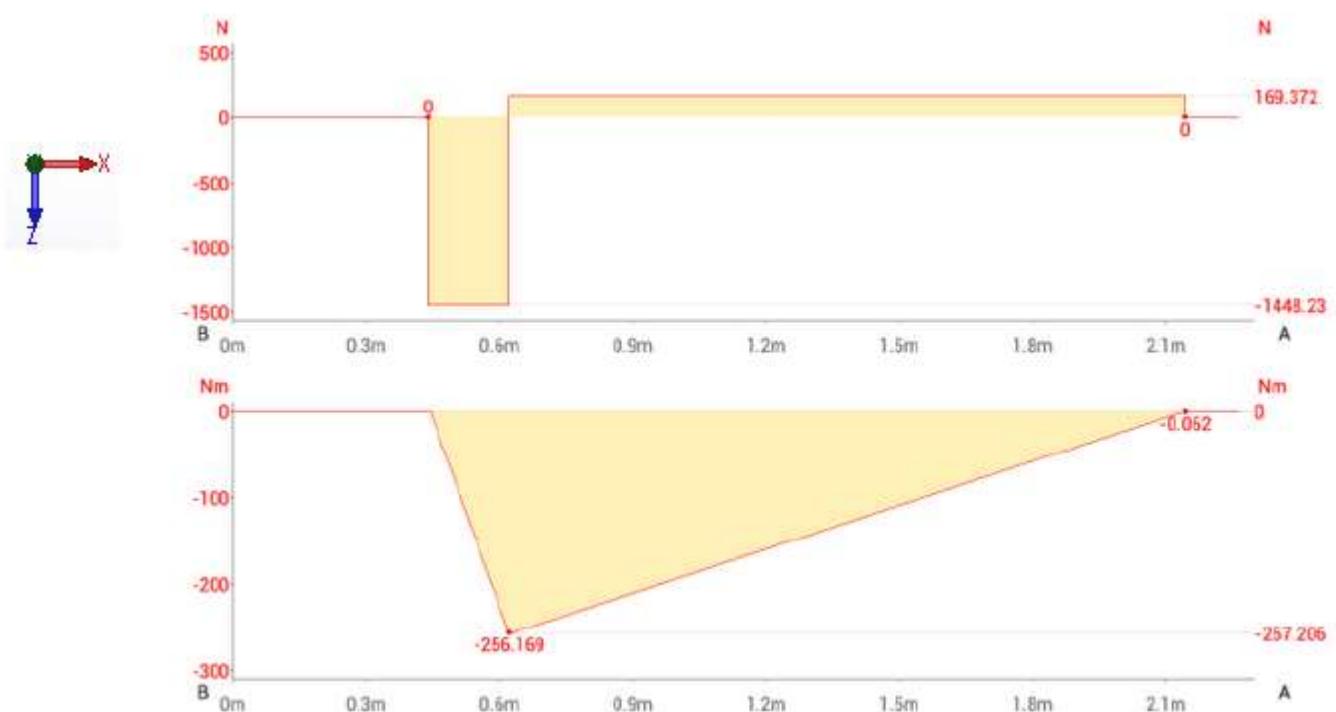
الجدول (16) يبين ردود افعال المحامل على العمود واتجاهها.

Force	Direction	Size	Angle
R_A	↑	5033.321 N	90.0°
R_B	↑	7521.747 N	90.0°

نضم على عزم الانحناء الأعظمي وقيمه 1628.868 N.m . يتعرض العمود أيضاً في المستوى (X, Z) لتأثير القوة القطرية الناتجة عن تأثير المنسندين المتعشقين فيما بينهم وهي تساوي $N_r = 1448.23 \text{ N}$ ((من حساب المنسنات صفحة 156)) وستسبب هذه القوة أيضاً إجهاداً لانحناء في العمود ويكون مخطط القوى القاسية وعزم الانحناء كما يبين الشكل(20):



الشكل (20) يبين القوى المؤثرة على العمود في المستوى (X,Z)



الشكل (21) يبين مخطط القوى القاسية وعزم الانحناء المؤثر على العمود على المستوى (X,Z) .

ون تكون قيم ردود الأفعال كما في الجدول (17) :

الجدول (17) يبين قيم ردود الأفعال في المستوى (X,Z) واتجاهها.

Force	Direction	Size	Angle
R _A	↑	169.372 N	270.0°
R _B	↑	1617.602 N	90.0°

العزم الأعظمي 256.19 N.m

نختار معدن العمود من الفولاذ الكربوني (AISI 1023 Carbon Steel /UNS G10230)

الإجهاد المكافئ المسموح به (من إحدى المواقع التخصصية) [54] :

$$[\tau_{eq}] = 28.2 \text{ Mpa}$$

نختار قطر العمود 150 mm .

نتحقق من المثانة :

العزم الأعظمي الكلي المؤثر على العمود:

$$M_{max} = \sqrt{1628.868^2 + (-256.19)^2} = 1648.89 \text{ N.m}$$

عزم الفتيل الذي يتعرض له العمود:

$$M_t = \frac{9550 \times P}{n} = \frac{9550 \times 75}{100} = 7162.5 \text{ N.m}$$

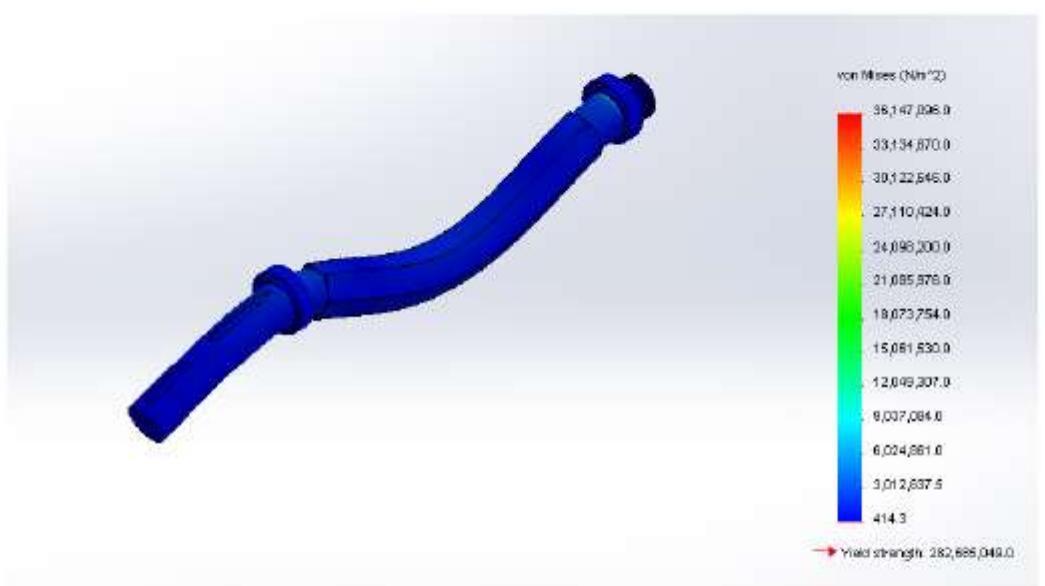
$$\tau = \frac{16}{\pi \times d^3} \sqrt{M_t^2 + M_b^2} = \frac{16}{\pi \times 0.15^3} \times \sqrt{7162.5^2 + 1648.89^2}$$

$$\tau = 11.09 < [\tau] = 28.8 \text{ Mpa}$$

فالتصميم متين.

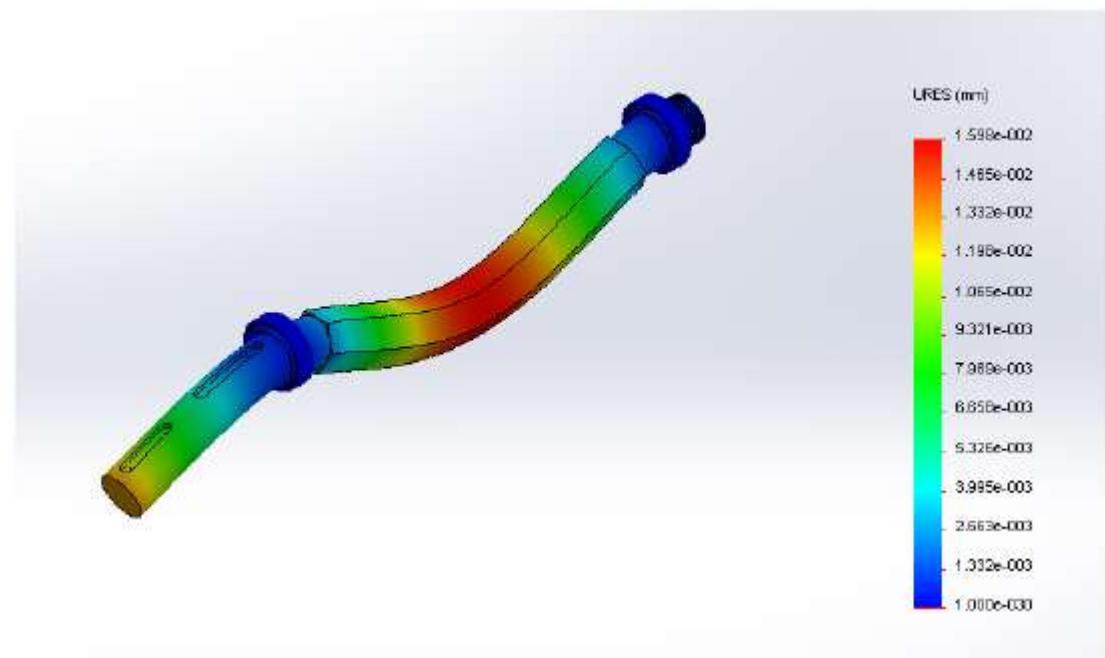
دراسة الإجهاد باستخدام برنامج Solid Works

الإجهادات:



الشكل (22) يبين الإجهادات المؤثرة على العمود باستخدام برنامج *Solid Works*

نلاحظ من الشكل السابق بأن الإجهادات المؤثرة على العمود تقع في المنطقة الزرقاء (الأمنة) حيث تصل قيمة الإجهاد الأعظمي المؤثرة على العمود إلى $12Mpa$ وهي ضمن الحدود المسموح بها.
التشوهات:



الشكل (23) يبين التشوهات المؤثرة على العمود باستخدام برنامج *Solid Works*

قيمة التشوه الأعظمي المؤثر على العمود تساوي $1.5 \times 10^{-2} mm$

اختيار المحامل الدلوجية:

نعتمد في اختيار المحامل على المسند الخاضع للقوة الأكبر وهو المسند B.

ردود الأفعال المؤثرة على هذه المسند هي :

$$R_B = 7521.747 N$$

وهي في اتجاه المحور Y

$$R'_B = 1617.6 N$$

وهي في اتجاه المحور Z

القوة القطرية:

$$F_r = \sqrt{7521.747^2 + 1617.6^2} = 7693.7187 N$$

القوة المحورية = 0

وبالتالي يكون معامل الحمل المحوري بالاعتماد على الجدول (18) :

الجدول (18) يبين قيم معامل الحمل المحوري حسب نسبة الحمولة المحورية على الحمولة القطرية [53].

K_a	$\frac{F_a}{F_r}$								
3,77	3,00	1,77	1,00	1,28	0,50	1,09	0,25	1,00	0
4,76	4,00	2,02	1,25	1,37	0,60	1,12	0,30	1,01	0,05
5,77	5,00	2,27	1,50	1,46	0,70	1,16	0,35	1,02	0,10
8,27	7,50	2,52	1,75	1,56	0,80	1,20	0,40	1,04	0,15
10,77	10,00	2,77	2,00	1,67	0,90	1,24	0,45	1,06	0,20

$$K_a = 1$$

عامل الخدمة (بفرض المحمل يتعرض لخبط شديد) $K_s = 3$ وذلك من الجدول (19) [53] :
 الجدول (19) يبين قيم معامل الخدمة حسب طبيعة الحمل .

K_s	معامل الخدمة	طبيعة العمل
1,0		حمل منتظم وثابت
1,5		خبط خفيف
2,0		خبط معتدل
2,5		خبط قوي
3,0		خبط في منتهي الشدة

عمر المحمول باعتبار الآلة تعمل 24 ساعة يومياً = $60000 - 50000 = 10000$ من الجدول (20) : [53]

الجدول (20) يبين عمر المحمول بالاعتماد على طبيعة عمل الآلة .

العمر بالساعة	طبيعة الآلة
حتى 500	الأجهزة التي لا تستعمل إلا نادياً
500-2 000	محركات الطائرات
4 000-8 000	الآلات التي تستعمل لفترات قصيرة أو متقطعة ولا يكون لتوقيتها أهمية كبيرة .
8 000-14 000	الآلات التي تعمل ضمن فترات متقطعة ، حيث يكون فремان استمرارية العمل ، و أهمية بالغة .
14 000-20 000	الآلات التي تعمل 8 ساعات يومياً ولا تستغل استغلاً تاماً .
20 000-30 000	الآلات التي تعمل 8 ساعات يومياً وتستغل استغلاً تاماً .
50 000-60 000	الآلات التي تعمل 24 ساعة متواصلة في اليوم
100 000-200 000	الآلات التي تعمل 24 ساعة متواصلة في اليوم ، ويقول عليها استمرار الخدمة ، لأهميةها البالغة .

(ملاحظة : جميع الجداول مأخوذة من كتاب تصميم الآلات /2/ للدكتور غازي الدروبي) [53]

القطر الداخلي المطلوب للمحمل = 150 mm

ندخل جميع هذه القيم إلى برنامج *MIT CaLC* فيختار لنا المحمول المناسب وهو المحمول المبين

بالشكل (20) :

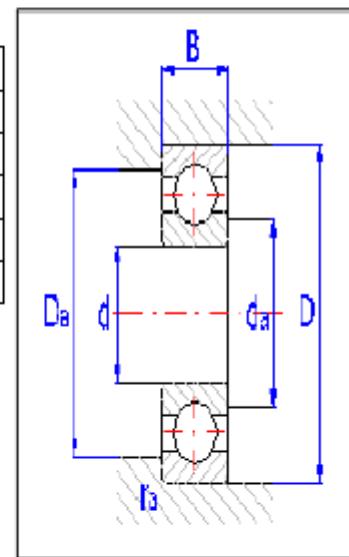
2.0 Selection of bearing size

2.1 Bearing size

ID	d	D	B	C	C0	nr	nmax	Bearing
155	150.0	225.0	56.0		91500	98000	3400	6700 16030

2.2 Bearing parameters

2.3 Basic dynamic load rating	C	91500	[N]	d	150
2.4 Equivalent dynamic load	P	5546.6	[N]	D	225
2.5 Basic rating life	L10h	748224	[h]	B	56
2.6 Basic static load rating	C0	98000	[N]	ramax	1
2.7 Equivalent static load	P0	5546.6	[N]	Damax	219
2.8 Static safety factor	s0	17.67		damin	156
2.9 Permissible radial load	Frmax	-	[N]		
2.10 Permissible axial load	Famax	-	[N]		
2.11 Reference speed	nr	3400	[min]		
2.12 Limiting speed	nmax	6700	[min]		
2.13 Power loss	NR	6.53	[W]		
2.14 Bearing mass	g	3.17	[kg]		



(الشكل (24) يبين مواصفات المحمول الذي تم اختياره حسب برنامج (NTI)

دراسة المسننات:

المعطيات:

البعد المركزي $C = 360 \text{ mm}$

نسبة النقل $i = 1$

التروس عدلة

حساب دائرة الخطوة :

من قانون البعد المركزي:

$$C = \frac{D_W + d_p}{2} = 360 \Rightarrow (D_W = d_p) \Rightarrow C = D_W = 360 \text{ mm}$$

حيث :

C : البعد المركزي

: قطر دائرة الخطوة للمسنن القائد. D_W

d_p : قطر دائرة الخطوة للمسنن المقود.

نختار عدد الأسنان للمسنن $Z = 20$ ومنه نحسب الموديول:

$$D_W = m \cdot Z \Rightarrow m = 18 \text{ mm}$$

زاوية الضغط $\psi = 20^\circ$

القوى الناتجة عن المستنات:

العزم المنقول:

$$M_t = \frac{9550 \times P}{n} = \frac{9550 \times 75}{100} = 7162.5 \text{ N.m}$$

P : الاستطاعة المنقوله بالكيلو واط.

n : عدد الدورات rpm

القوة المماسية:

$$F_t = \frac{7162.5}{0.36/2} = 3979.1 \text{ N}$$

القوة الناظمية:

$$F_r = F_t \cdot \tan \psi = 3979.1 \tan 20 = 1448.23 \text{ N}$$

التحقق من متانة المستنات:

يتم التحقق من شرطي المتانة والاهتزاء.

- شرط المتانة:

$$F_s \geq F_d$$

الحمل التصميمي:

$$F_d = K_s \times C \times F_t$$

K_s : عامل الخدمة.

C : عامل السرعة ويحسب للمسننات العدلة من القانون التالي.

$$C = \frac{183 + V}{183}$$

$$V = \pi \times D \times n = \pi \times 360 \times 10^{-3} \times 100 = 113.09 \text{ m/min}$$

$$C = \frac{183 + 113.09}{183} = 1.618$$

F_t : القوة المماسية.

عامل الخدمة للآلات التي تتعرض لخبطات قوية $K_s = 2$ وهو يأخذ من الجدول (21) [53] :

الجدول (21) يبين عامل الخدمة للمسنن بالاعتماد على طبيعة عمل الآلة .

عامل الخدمة	الآلية
1	الآلات النابذة ، معدات الرفع ، الآلات التشغيل المقادة بالسيور ، مخفضات السرعة
1.25	المضخات ، الضاغطات الترددية ، معدات حفر الآبار ، آلات التشغيل ، العدد الكهربائي .
1.5	الكراكات ، آليات الطرق ، القاطرات
2	مداخل التصفيح ، كسارات الحجارة ، الآلات التي تتعرض لخبطات قوية.

وبالتالي الحمل التصميمي يساوي:

$$F_d = 2 \times 1.618 \times 3979.1 = 12876.3676 N$$

حمل المثانة:

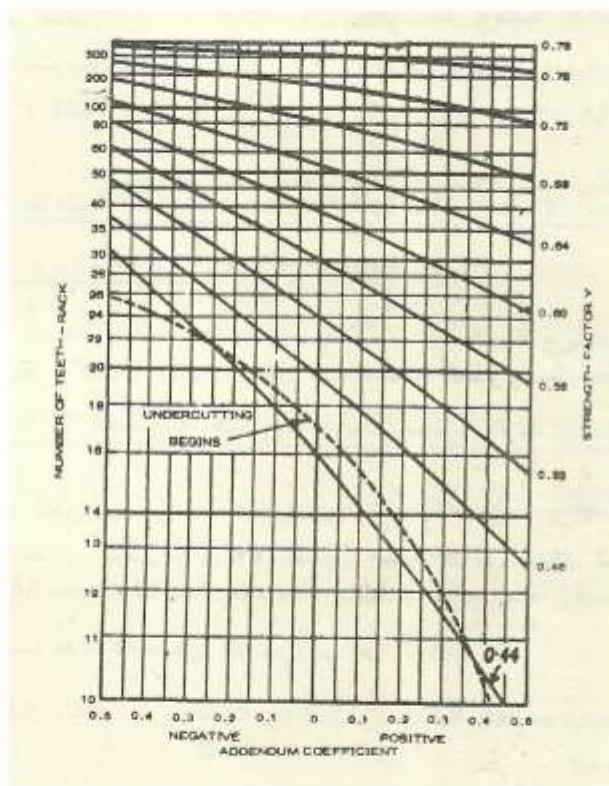
$$F_s = \sigma_o \cdot b \cdot y \cdot m$$

σ_o : إجهاد حد التحمل لمعدن المسنن.

b : عرض المسنن 100 mm .

y : عامل الشكل 0.48 .

ويستنتج من الشكل (21) بالاعتماد على معامل تصحيح جذر السن و عدد أسنان المسنن [53].



الشكل (25) يبين عامل الشكل .

. $m = 18 \text{ mm}$ الموديل

$$F_s = \sigma_o \cdot b \cdot y \cdot m = \sigma_o \times 100 \times 18 \times 0.48 = \sigma_o \times 864$$

بالتالي نحسن حد التحمل المطلوب من شرط المثانة :

$$\begin{aligned} F_s &= F_d \\ \sigma_o \times 864 &= 12876.3676 \text{ N} \\ \sigma_o = \frac{12876.3676 \text{ N}}{864} &= 14.9 \text{ N/mm}^2 = 14.9 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

نختار معدن يكون له حد تحمل أكبر من 14.9Mpa وذلك من الجدول (22) :

الجدول (22) حد التحمل لمعدن المسنن .

σ_o (MN/m ²)	BHN	أخفص متانة شد (MN/m ²)	المعدن
40	16.5	186	حديد صب
	21	245	
	22	333	
73	30	333	حديد صب معالج حرارياً
	69	186	
	82	235	
128	90	265	برونز
	152	540	
	152	540	
147	172	618	فولاد مطروق
	186	687	
	211	765	
	245	834	
	255	883	
	275	981	
	285	1060	
	304	1206	
	343	1520	
118	152	540	فولاد مكربن السطح
	201	687	
	248	834	
324	201	687	فولاد مقسى القشرة
	248	785	
	293	981	
	388	1275	

الفولاذ الكريوني ISI C40 يحقق الشرط المطلوب.

شرط الاهتزاء:

$$F_w \geq F_{dy}$$

الحمل динاميکي:

$$F_{dy} = C \times F_t = 1.618 \times 3979.1 = 6438.1838 N$$

حمل الاهتزاء:

$$F_w = d \cdot b \cdot K_w \cdot \varphi$$

حيث:

d : قطر دائرة الخطوة.

b : عرض المسنن

K_w : عامل إجهاد التعب وفق نوع معدن المسنن وهو يساوي 0.55 MN/m^2 ويأخذ من كتاب

تصميم الآلات /2/ للدكتور غازي الدروبي (جدول صفحة 72) [53]

φ : ثابت المستنين المتعشقين ويحسب من العلاقة التالية بلاعتماد على عدد اسنان كل من المستنين.

$$\varphi = \frac{2 Z_w}{Z_w + Z_p} = \frac{2 \times 20}{40} = 1$$

$$F_w = 360 \times 100 \times 0.55 \times 1 = 19800 N$$

تحقق من الشرط:

$$F_w = 19800 > F_{dy} = 6438.1838 N$$

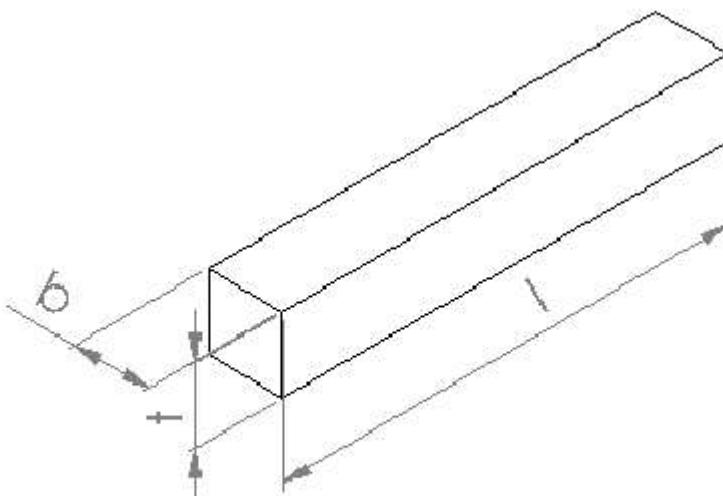
الشرط محقق والتصميم صحيح.

تصميم الخوابير:

أبعاد الخابور من العلاقات التجريبية:

$$b = t = \frac{d}{4} = \frac{150}{4} \approx 38 \text{ mm}$$

$$L = 1.2 \times D \approx 200 \text{ mm}$$



الشكل (26) يبين شكل الخابور مع ابعاده

نصمم الخابور من نفس معدن العمود.

نختبر تحمل الخابور على القص و الهصر.

القوة القاسية:

$$F = \frac{M}{(\frac{D}{2} + \frac{t}{2})} = \frac{7162.5}{0.075 + 0.019} = 75394.7 \text{ mm}$$

اجهاد القص:

$$\tau = \frac{F}{b \times L} = \frac{75394.7}{0.038 \times 0.2} = 9.9203 \text{ Mpa}$$

وهو ضمن الحدود المسموح بها .

اجهاد الهرس :

$$\sigma_{cr} = \frac{F}{\left(\frac{t}{2} \times L\right)} \frac{75394.7}{0.019 \times 0.2} = 19.84 \text{ Mpa}$$

وهو ضمن الحدود المسموح بها أيضاً.

اختيار الجنزير :

يتم اختيار الجنزير المناسب من العلاقة الأساسية التالية :

$$P = P_m \cdot K_s \leq P_{hr} \cdot K_{st} \cdot K_z$$

حيث:

P_m : الاستطاعة المنقولة.

$$P_m = 75 \text{ KW} = 100.57 \text{ hp}$$

: [53] (23) K_s : معامل الخدمة في حالة الخبط الشديد و 24 ساعة عمل 1.7. وتأخذ من الجدول (23)

الجدول (23) يبين معامل الخدمة للجنزير بالاعتماد على طبيعة الحمل .

عدد ساعات العمل في اليوم		نوع الحمل المقاد
24	10	
1,2	1,0	حمل منتظم
1,4	1,2	خط بطيء
1,7	1,4	خط شديد
1,9	1,5	حمل منعكس

K_z : معامل تصحيح عدد الأسنان ، عدد الأسنان 20 معامل تصحيح عدد الأسنان $= 1.18$ ويأخذ من الجدول (24) [53] :

الجدول (24) عامل التصحيح حسب عدد أسنان النجمة القائدة .

عامل التصحيح	عدد أسنان النجمة القائدة	عامل التصحيح	عدد أسنان النجمة القائدة
1,29	22	0,53	11
1,35	23	0,62	12
1,41	24	0,70	13
1,46	25	0,78	14
1,73	30	0,85	15
1,95	35	0,92	16
2,15	40	1,00	17
2,37	45	1,05	18
2,51	50	1,11	19
2,66	55	1,18	20
2,80	60	1,26	21

: الاستطاعة المقدرة عند سرعة محددة ، نختار الجنزير رقم 200 (الخطوة 2.5in العرض) [53] من الجدول (25) $P_{hr} = 60.2 \text{ when } 1.5in$

الجدول (25) قيم الاستطاعة الحدية للجنزير بالاعتماد على سرعة النجمة ورقم الجنزير .

راسم الجنزير												سرعة النجمة rpm					
200	160	140	130	100	80	60	50	40	35	25							
34.2	18.0	12.3	7.91	4.67	2.44	1.05	0.620	0.322	0.193	0.139	0.08	50					
60.2	32.4	22.2	14.4	8.56	4.52	1.97	1.16	0.611	0.367	0.264	0.10	100					
81.3	44.2	30.6	19.9	12.0	6.39	2.82	1.65	0.870	0.523	0.379	0.12	150					
98.8	54.5	38.0	24.9	15.1	8.09	3.59	2.14	1.13	0.678	0.494	0.14	200					
70.5	49.9	33.2	20.3	11.1	4.38	2.99	1.59	0.954	0.705	0.21	300						
					58.8	39.7	25.0	13.6	6.22	3.77	2.02	1.21	0.90	0.28	400		
						44.6	28.2	15.8	7.32	4.46	2.41	1.44	1.08	0.34	500		
							30.9	17.6	8.29	5.09	2.77	1.65	1.25	0.40	600		
								20.5	9.91	6.17	3.41	2.04	1.48	0.51	800		
									11.1	7.05	3.95	2.37	1.83	0.81	1000		
										12.1	7.75	4.41	2.65	2.08	0.70	1200	
											12.7	8.31	4.80	2.88	2.29	0.79	1400
												8.70	5.10	3.06	2.48	0.87	1600
												8.98	5.35	-	2.65	0.94	1800
												9.13	5.57	-	2.79	1.00	2000

نحسب معامل عدد الصفوف:

$$100.57 \times 1.7 = 60.2 \times K_{st} \times 1.18$$

$$K_{st} = 2.4$$

بالاعتماد على الجدول (26) نجد أن الجنزير ثلاثي الصف [53].

الجدول (26) يبين معامل عدد الصفوف بالاعتماد على عدد الصفوف .

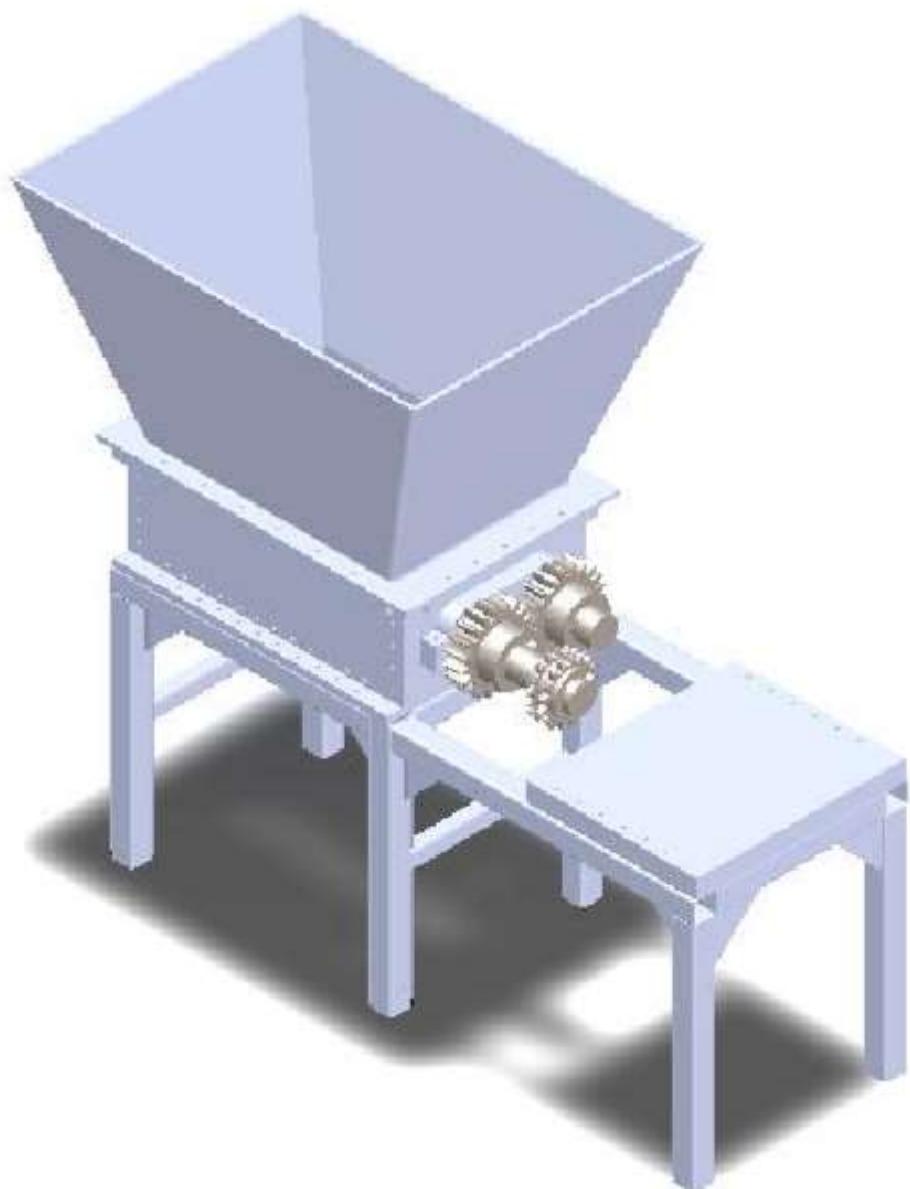
راتب	ثلاثي	ثنائي	أحادي	عدد صفوف الجنزير
3,3	2,5	1,7	1,0	معامل عدد الصفوف

جدول (27) يبين القطع ونوع المعادن المستخدمة في تصميم الفرامة:

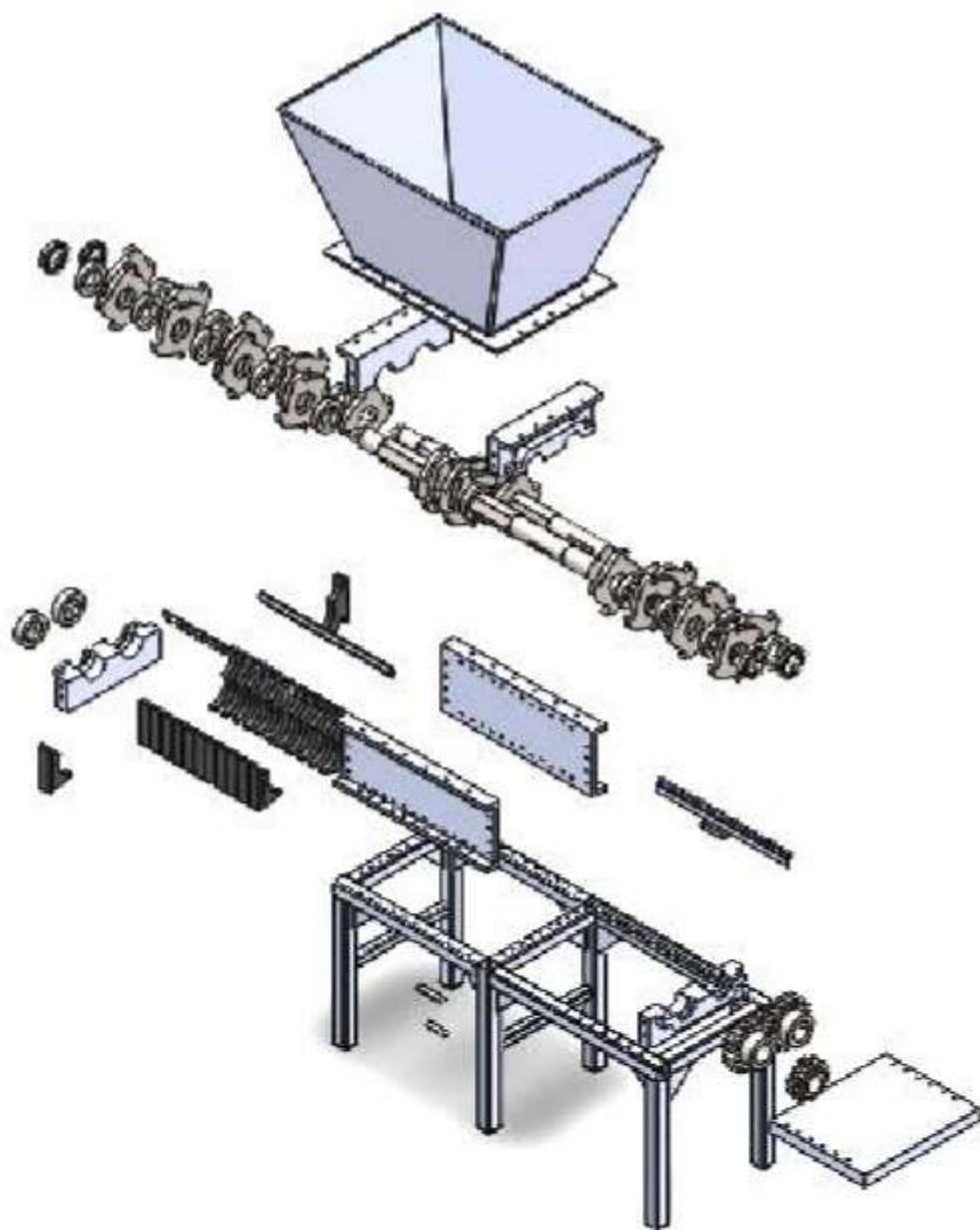
المعدن	اسم القطعة	عدد القطع	رقم القطعة
الفولاذ	القاعدة	1	1
1023 Carbon Steel	العمود المقاد	1	2
حديد الصب	الدعامة السفلية	2	3
	المحمل الدحروجي	4	4
1023 Carbon Steel	الخابور	2	5
الفولاذ السبائكى 4140	الحلقة	22	6
الفولاذ السبائكى 4140	سكينة القطع	24	7
الفولاذ السبائكى 4140	الحلقة الطرفية	2	8
حديد الصب	الدعامة الجانبية	2	9
حديد الصب	عارضه	22	10
حديد الصب	عارضه طرفية	2	11
فولاذ مدفل	سكة	4	12
1023 Carbon Steel	صامولة قفل	2	13
حديد الصب	الدعامة العلوية	2	14
حديد	الحوض	1	15
حديد صب	لوح	1	16
	محرك	1	17
1023 Carbon Steel	العمود القائد	1	18
1023 Carbon Steel	خابور 2	2	19
الفولاذ الكربوني C40	مسنن	2	20
الفولاذ الكربوني C40	النجمة	2	21

تبين الاشكال من (26 حتى 38) الرسومات التجميعية والتصميمية للفرامة المصممة .

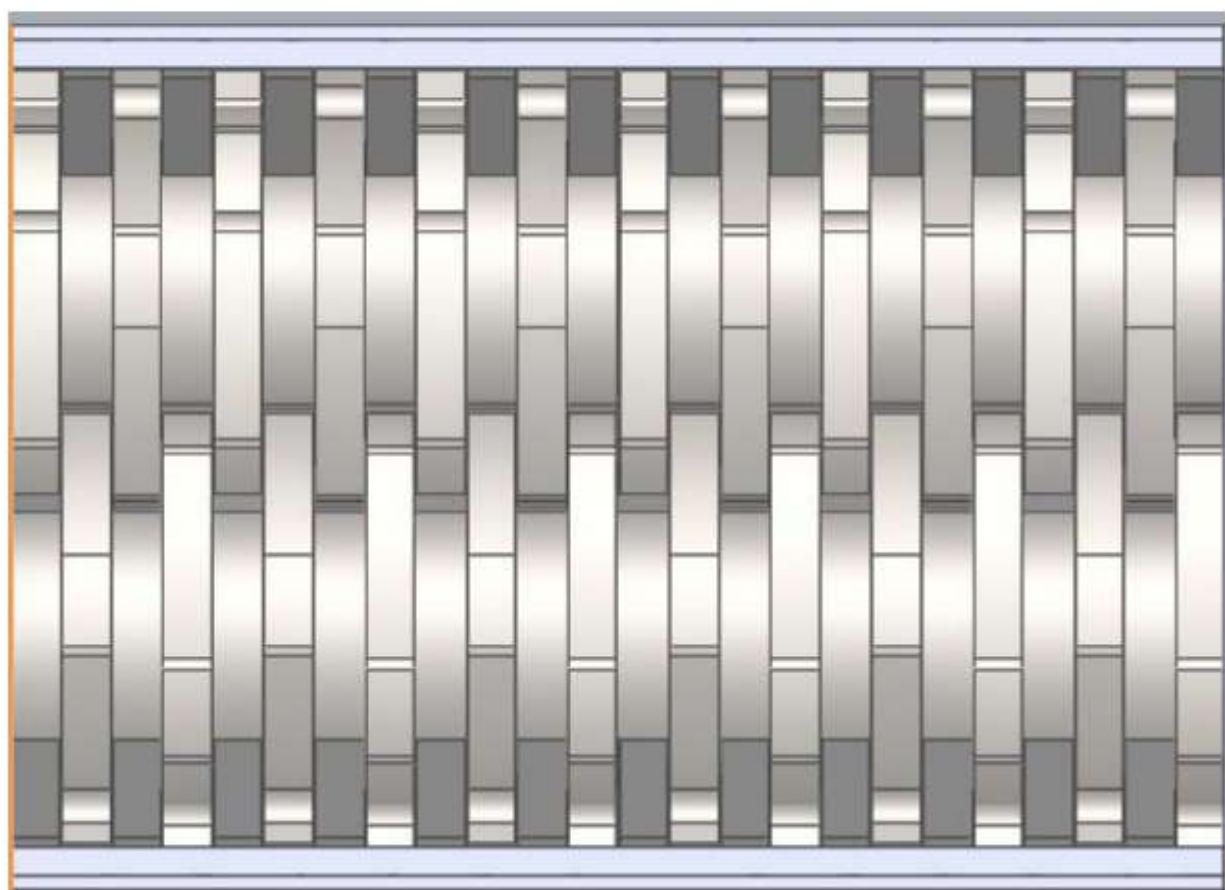
- رسوم الفرامة :



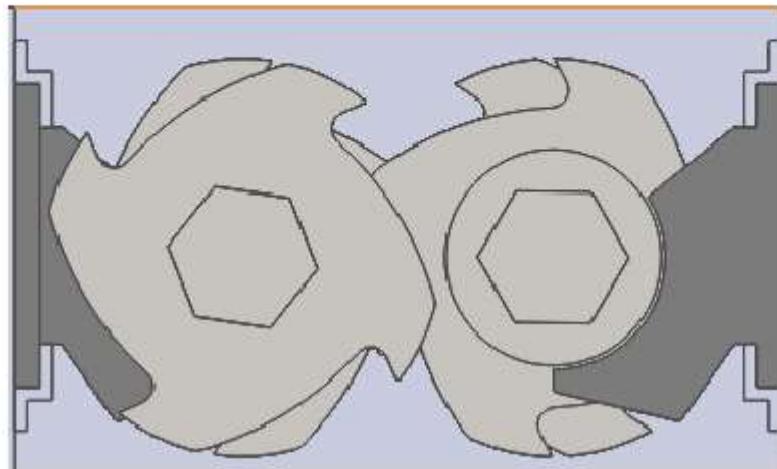
الشكل (26) يبين الفرامة المصممة مجمعة .



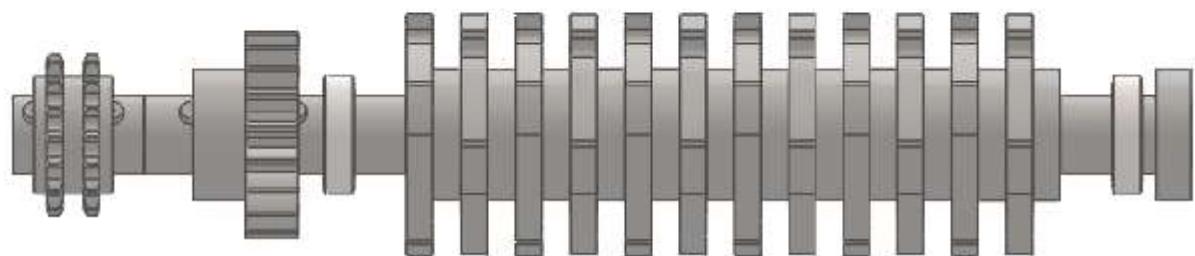
الشكل (27) يبين اجزاء الفرامة المصصمة .



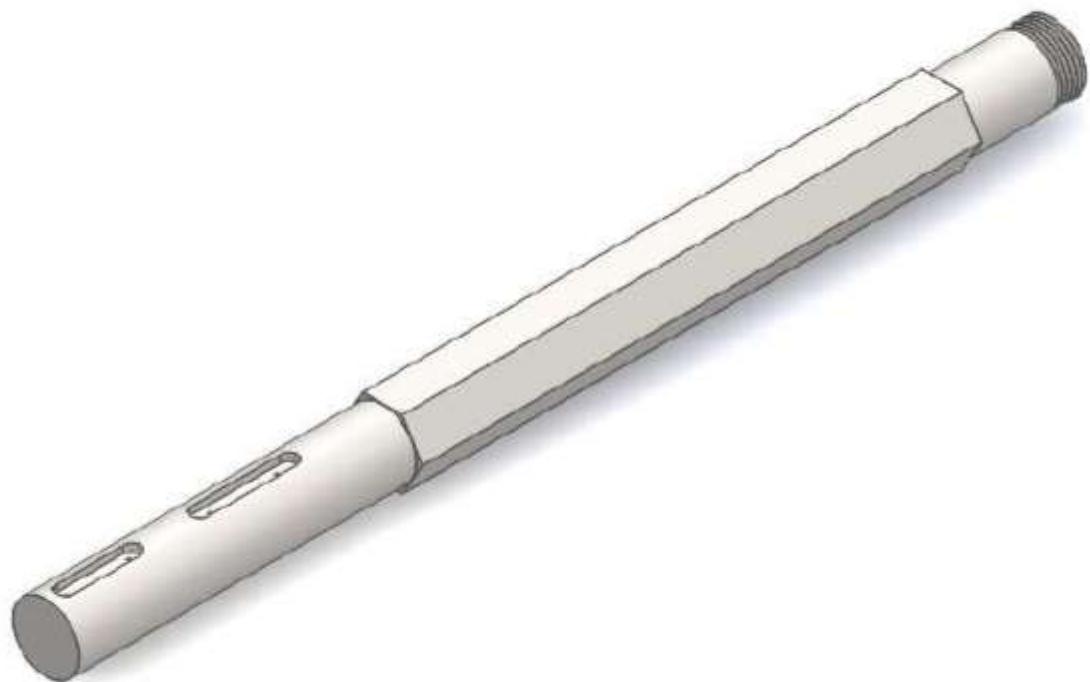
الشكل (28) يبين شفات الفرامة المصممة .



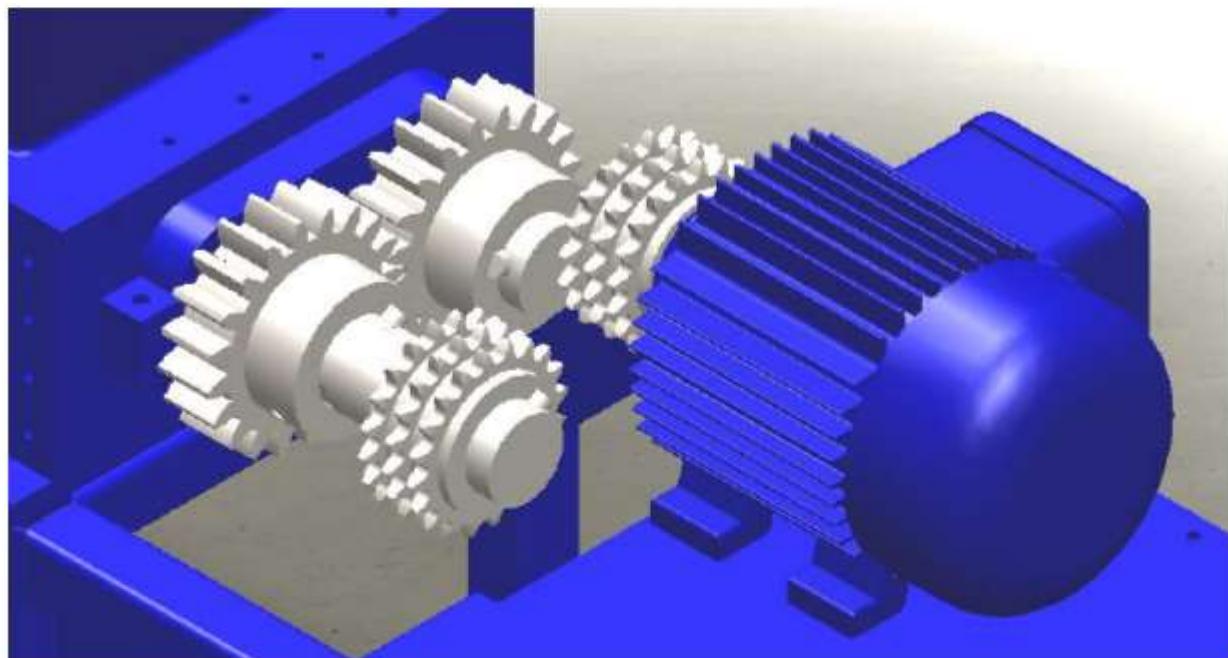
الشكل (29) يبين مقطع في سكاكين القطع.



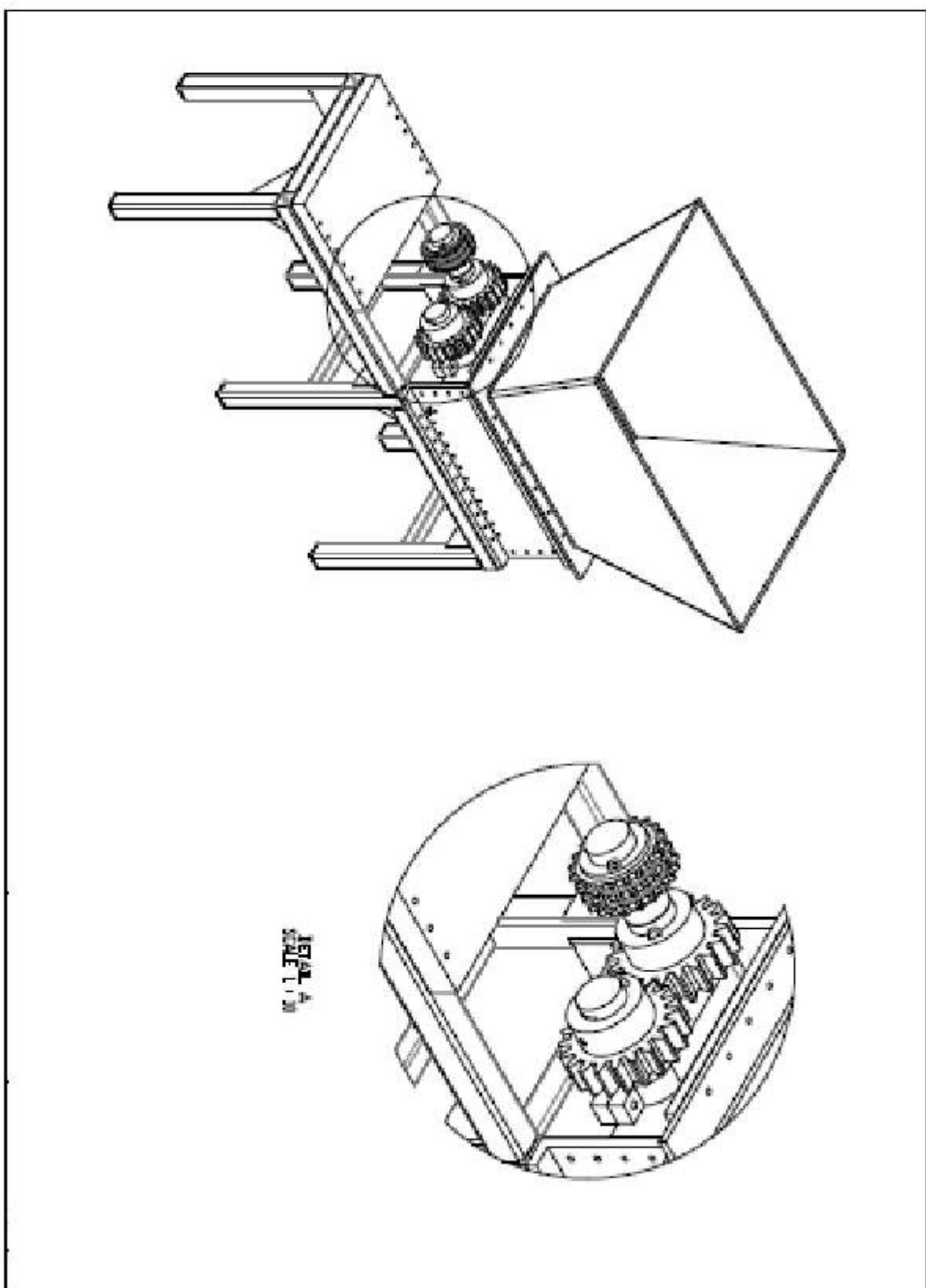
الشكل (30) يبين شكل العمود القائد حيث تتوضع عليه المسننات وبكرات الجنزير والمحامل .



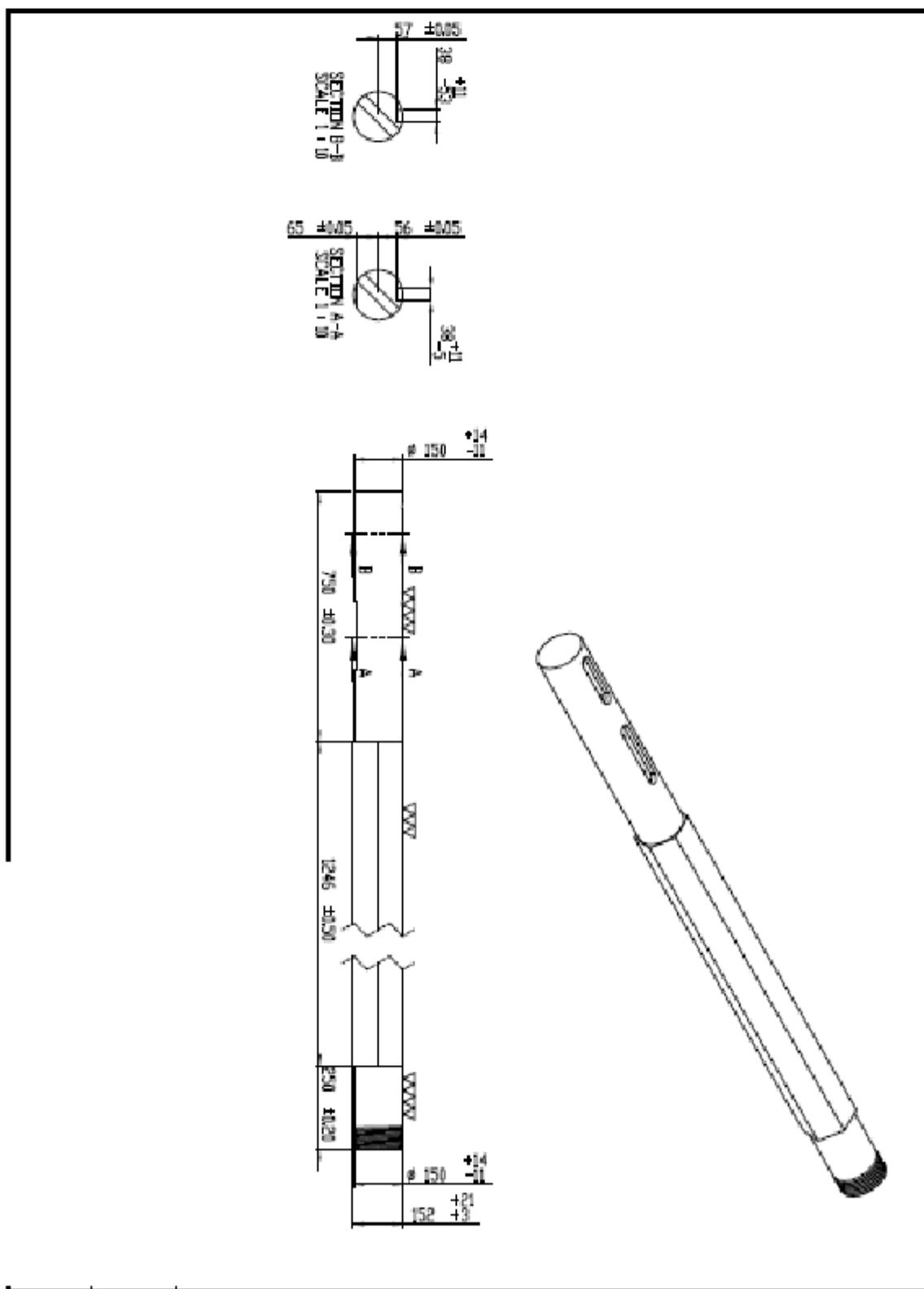
الشكل (31) يبين شكل العمود القائد.



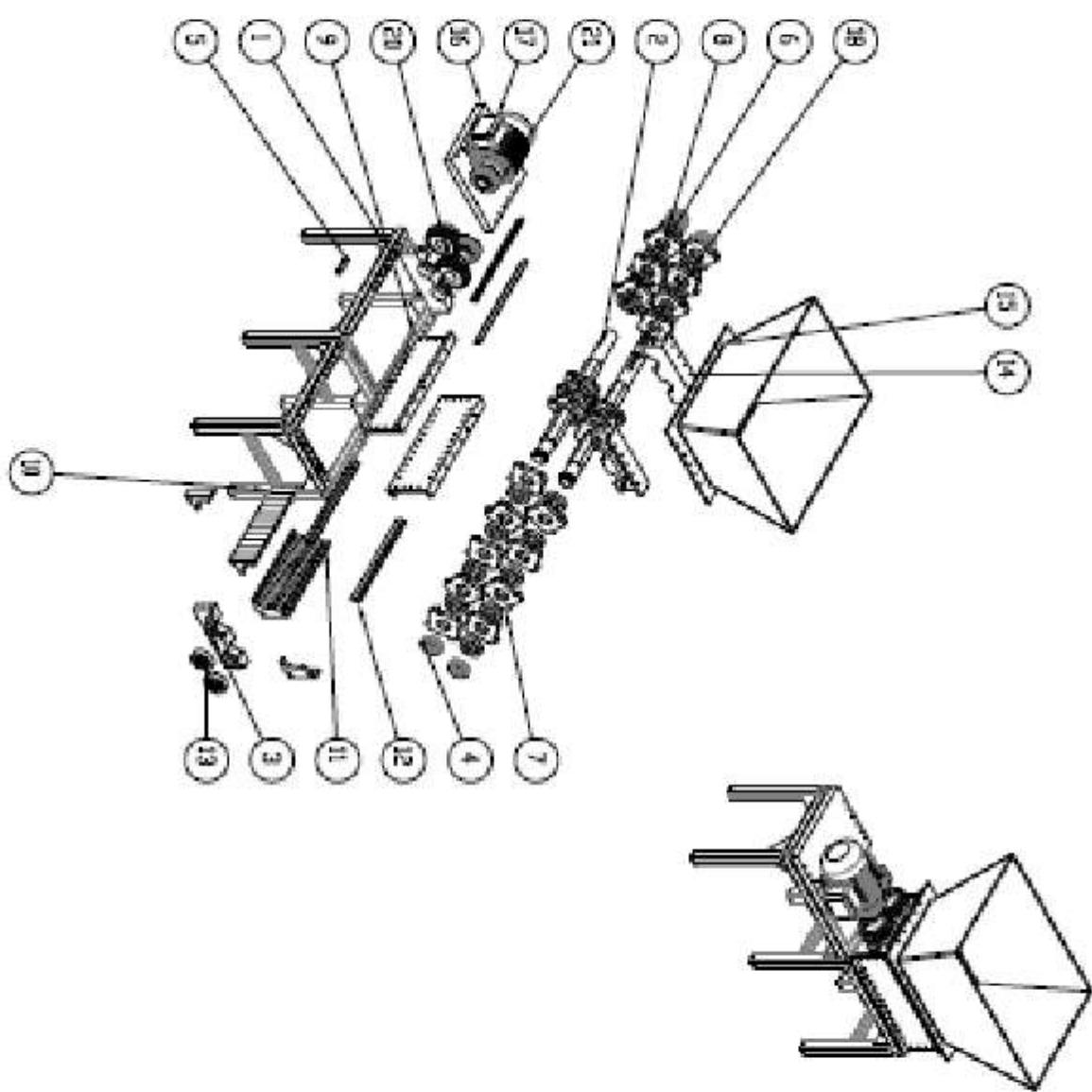
الشكل (32) يبين ميكانيزم نقل الحركة .



الشكل (33) يبين ميكانيزم الفرامة ومكان توضعها .

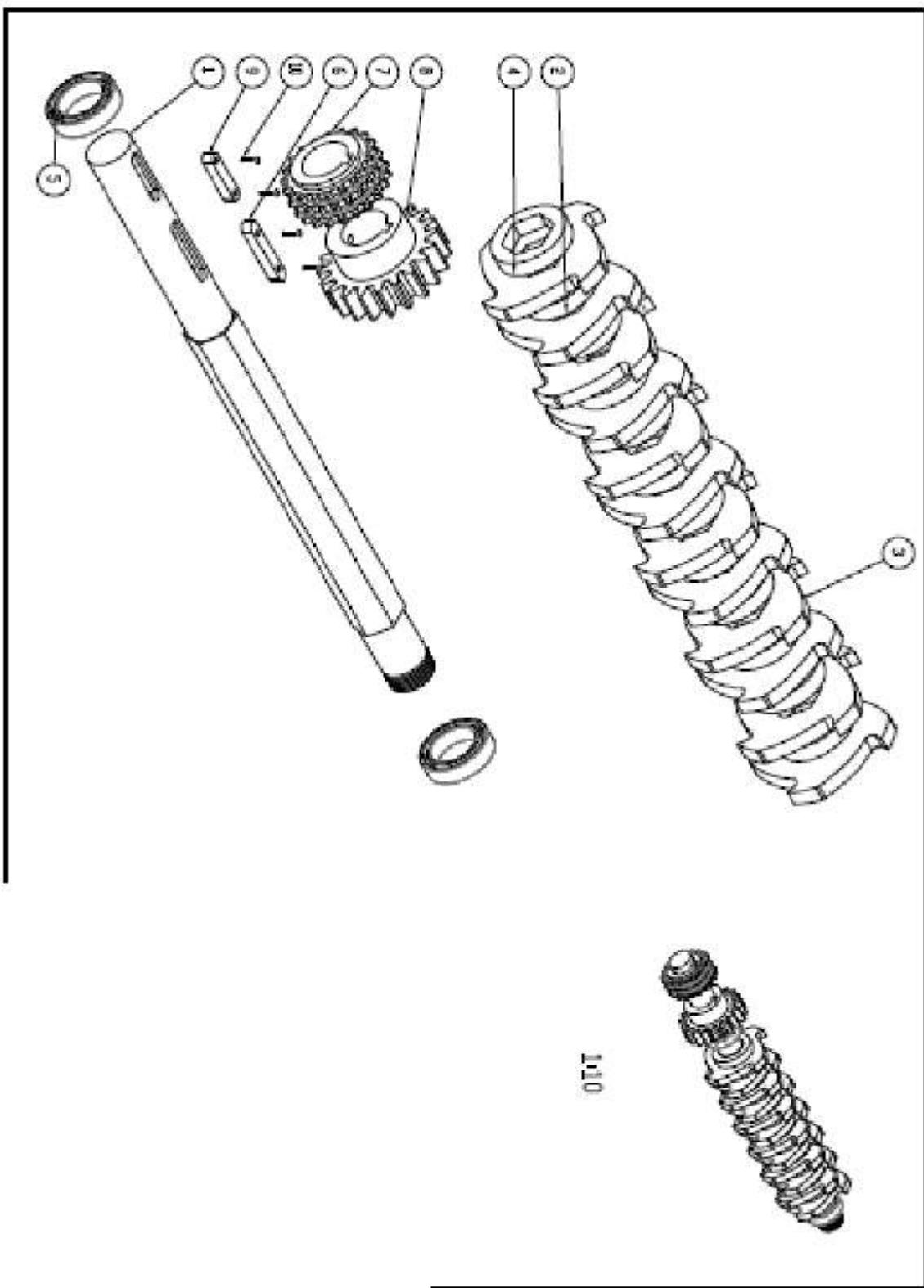


الشكل (34) يبين العamu القائد .

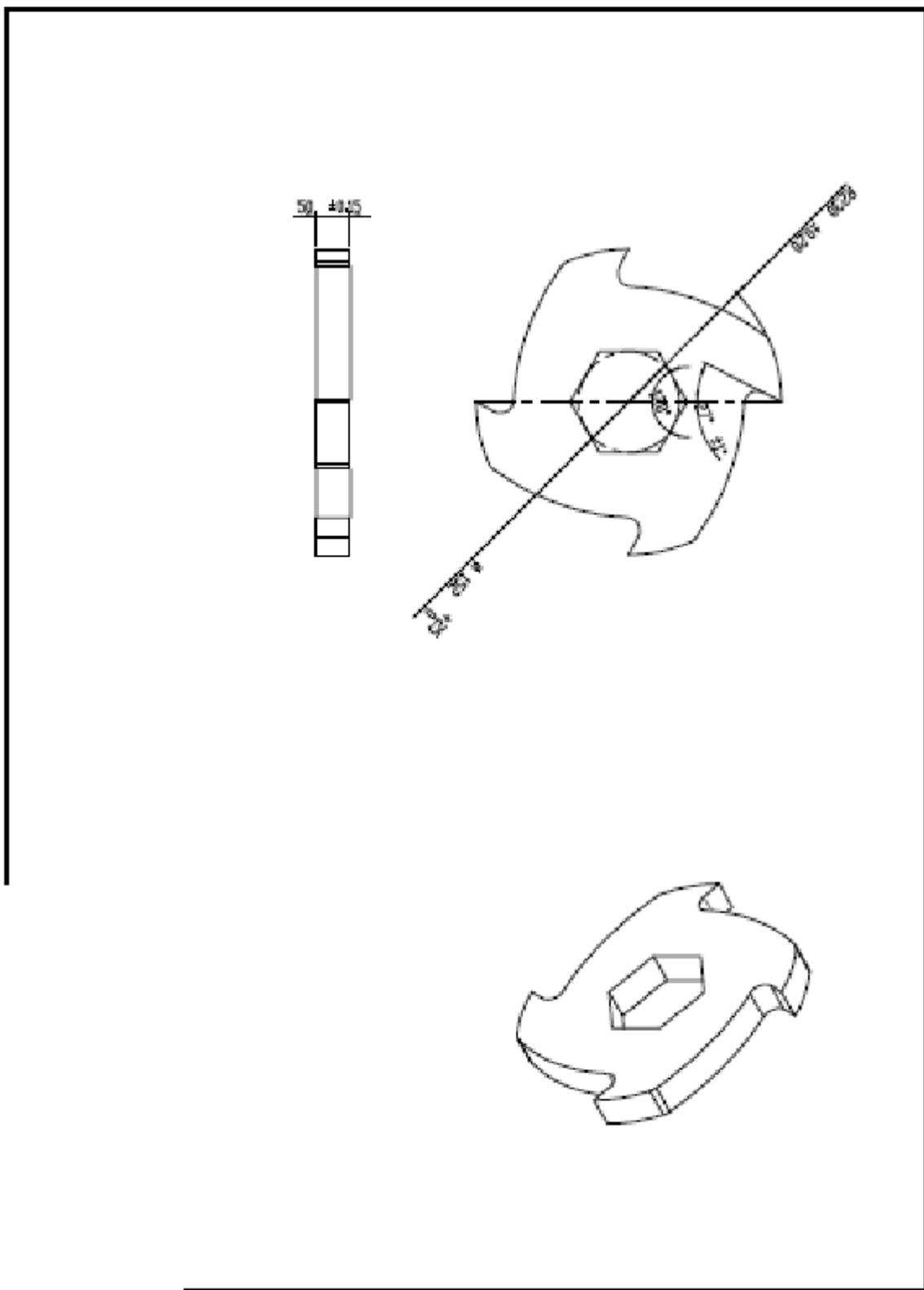


الشكل (32) يبين الفرامة مفككة .

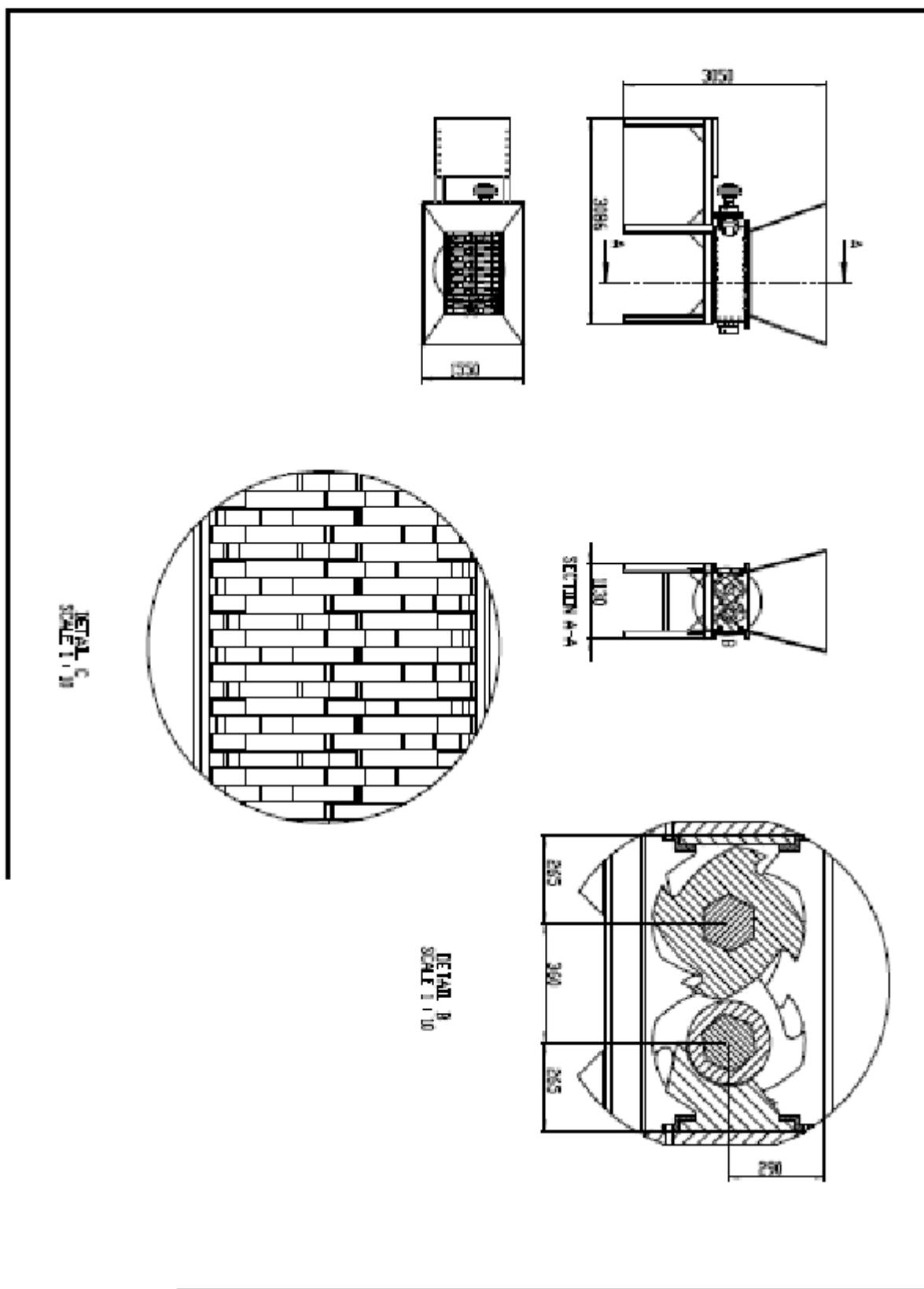
35



الشكل (36) يبين الاجزاء الراکبة على العمود .



الشكل (37) يبين سكينة القطع الراكيبة على العمود .



الشكل (38) يبين تعشيق المسننات .

الملاحق :

الزيارات الميدانية لمحرقة دمشق [40].

الشكل (٣٩ حتى ٤٩) يبين اشكال المحرقة في مكب نجها .













الزيارات الميدانية لمكتب نجها (جهاز الاوتوكليف) التابعة لمحافظتي دمشق وريف دمشق:
الاشكال التالية (٥٩ حتى ٥٠) التقى اثناء الزيارات الميدانية التي قام الباحث بها لمكتب نجها مكان
تواجد جهاز الاوتوكليف .











المراسلات التي تمت بين دائرة معالجة النفايات الصلبة والمؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي بدمشق بخصوص تحليل عينة ناتجة من الجهاز المعدل للتخلص من النفايات الصلبة واثبات جدوی العملية [48].

الجمهورية العربية السورية

وزارة الإدارة المحلية

محافظة دمشق

الرقم // ٥٨١ //

التاريخ / ٢٠١٤ / ٢٠١٤

مديرية معمل معالجة النفايات الصلبة



إلى المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي

لضرورة المصلحة العامة :

يرجى تحليل عينة المياه المرفقة الناتجة عن تكثيف البخار الصادر من جهاز تعقيم النفايات الطبية لدى مديرية معمل معالجة النفايات الصلبة في محافظة دمشق وبيان مدى احتوائها على بكتيريا أو جراثيم ضارة بالزراعة أو الشرب .

ونعتمد المهندس عدنان سعود للمتابعة أصولاً .

شاكرين حسن تعاونكم

مدير معمل معالجة النفايات الصلبة

المهندس: حسن حداد



مختار الباري
السيد فخر الدين
صوافيم ٢٣٢٦
الحلقين
٥١٨

السيد مدير الصناع
افتقدت سداً يوماً منه القليل بسبب تحركه
الآن لا يزال سداً سالماً نسبياً .
رسير وآخوه رضا به نوعية الماء
٢٠١٤/٢/٢٨



الجمهورية العربية السورية
وزارة الري والرياح والمياه
المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي في محافظة دمشق

٧٣٣٨٥١
الرقم:
التاريخ: ٢٠١٠/٤/٢٦

إلى محافظة دمشق - معمل معاجلة الفيابات الطبية

إشارة إلى كتابكم رقم ٥٨١ / أص تاريخ ٢٠١٠/٤/٢٥ والمسلح ببيان مؤسستا برقم ٨١٧٣ / تاريخ ٢٠١٠/٤/٢٦ .
فإننا نرفق طيباً تابع التحاليل الفيزيوكيميائية والجرثومية لقيم الشوارد التي يمكن تحليتها لدى مخابرنا للعينة المائية (عينة ناجحة
عن تكثيف البحار الصادر من جهاز تعقيم الفيابات الطبية) و التي تم قطعها من قبل عناصركم الفنية من قبل المهندس عدنان
سعورد و التي تم تسليمها إلى مخبر دائرة البيئة و حماية مياه الشرب الكائن في منطقة حرستا العائد لمؤسستا وذلك بتاريخ
٢٠١٠/٤/٢٦ .

"شكراً لكم على تعاونكم"

المدير العام



المؤسسة العامة لياه الشرب والصرف الصحي بمحافظة دمشق

مديرية المدراس ر العاصم - دائرة الستة و خاتمة مياه الشرب

٢٠١٠/٥/٥ تاريخ التحليل

المسلم : المهندس عدنان سعفود

رقم التحليل المختبري : ٢٠١٠/٩٤٤ تاريخ التسلیم : ٢٠١٠/٥/٦

مكان قطع العينة : دير الحجر - ريف دمشق

طبيعة العينة : مياه تكاليف معمل النفايات الطبية

الإلاج الفرسنة	CL	SO ₄	NH ₄	NO ₂	NO ₃	CO ₃	HCO ₃	Mg	Ca	TAC	THM	TH	PH	مطرزة	لاب	النوع
														مليغ/ل	قرحة	
284	80	90	12	0.26	10	33	85.5	17.2	28	7	7	14	9	33	497	11

ووسط الزرع: قرجل ٧ أيام - درجة الحرارة: ٣٧ مئوية - مدة المضافة: ٢٤ ساعة مستمرة / ١٠٠ مل ماء / مياه حلب)	تعداد عام
عصيات (كولي فورم) مستمرة لكل ١٠٠ مل ماء لا يوجد	لا يوجد

رئيس دائرة البيئة وحماية مياه الشرب الكيميائي أحد هذابا

تعتبر منظمة الصحة العالمية والمنظمة الدولية الأمريكية EBA ان الماء النقي والنظيف هو الماء الخالي من عصيات كولي فورم .

ان النتائج الموجودة في الجدول السابق هي نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية والجرثومية لقيم الشوارد التي تم تحليلها في مخابر مؤسسة المياه بدمشق لعينة ناتجة عن تكثيف البخار الصادر من جهاز تعقيم النفايات الطبية .

النتائج والتوصيات :

النتائج (الاستنتاجات):

- هناك خلل في إدارة النفايات الطبية في المشافي المختارة في محافظة ريف دمشق.
- ١- تفتقر مشافي محافظة ريف دمشق إلى نظام الإدارة الجيد لنفاياتها من خلال الأسلوب المتبعة في عمليات جمع، ونقل، وتخزين النفايات.
 - ٢- افتقار العمال والفنين في هذا المجال إلى التوعية والتدريب على الأسلوب الصحيح في عملية جمع ونقل وхран النفايات.
 - ٣- افتقار المشافي لمواقع حزن مخصصة لخزن النفايات الطبية وبالشروط الصحيحة المنصوص عليها.
 - ٤- عدم توافر محارق كفؤة لمعالجة النفايات داخل المشافي.
 - ٥- بينت الدراسة أن معدل تولد النفايات الطبية الصلبة يعتمد على عدة عوامل منها اختصاص المشفى، وسعتها السريرية، وعدد الكادر العامل فيها، وعدد المرضى الراغبين (أهم العوامل)، وعدد العمليات في اليوم الواحد.
 - ٦- تتولد نسبة عالية من النفايات الطبية في كل من صالات العمليات وغرف المرضى الراغبين تصل إلى ٥٥% أو أكثر من مجموع تلك النفايات، بينما يحتل المطبخ أعلى نسبة من النفايات العامة تتراوح بين ٢٨% حتى ٦٠%.
 - ٧- احتواء الرماد الناتج عن عملية حرق النفايات الطبية الصلبة على نسبة عالية من المعادن الثقيلة التي تهدد المياه الجوفية بالتلويث إذا تم التخلص منه بالموقع غير المناسب.
 - ٨- لا يوجد فرز للنفايات الطبية في المشافي المختارة في محافظة ريف دمشق.
 - ٩- تجميع النفايات في أكياس بلاستيكية موحدة دون الإشارة لمحتواها.

- ١٠- تنقل النفايات الطبية داخل المشافي بشكل غير صحيح بواسطة عربات مكشوفة، لاحياناً يتم النقل يدوياً.
- ١١- لا يوجد أماكن خاصة لتخزين النفايات الطبية الخطرة في تلك المشافي ريثما يتم ترحيلها للمعالجة.
- ١٢- يتم في بعض المشافي حرق جزء من النفايات الطبية في محارق مكشوفة وذات درجة حرارة منخفضة نسبياً، دون معالجة للدخان المتتصاعد مع ما يترب على ذلك من مخاطر وأضرار بيئية.
- ١٣- حرق النفايات الطبية الخطرة الحاوية على نسب عالية من بلاستيك.p.v.c والزئبق تشكل خطراً بيئياً شديداً.
- ٤- كمية النفايات الطبية الكلية تعادل ١,٦٨ - ١,٣٣ كغ/ اليوم / السرير.
- ٥- كمية النفايات الطبية الصلبة الخطرة تعادل ٠,٣٣ كغ/ اليوم / السرير.
- ٦- يمكن معالجة النفايات الطبية بطرق صديقة للبيئة كالأوتوكلاف والتحلل الحراري.
- ٧- كلفة معالجة النفايات الطبية الخطرة بشكل مركزي أقل كلفة بنحو ثلث مرات من كلفة المعالجة بشكل غير مركزي.
- ٨- لا تتم عملية فرز النفايات الطبية في المشافي، وإن وجدت في مشفى دوما وداريا فتحصل وفق تقديرات شخصية بسبب عدم وجود مرعية نظامية وكذلك بسبب عدم وجود أماكن لتخزينها ..
- ٩- يوجد حالياً محروقان واحدة في مشفى دوما لا تعمل على تنقية الغازات الناتجة عن الاحتراق والثانية في داريا.
- ١٠- ارتفاع كميات النفايات الطبية في الأقسام النسائية والتوليد تليها أقسام العمليات فأقسام الأطفال ثم الأمراض الداخلية.

التوصيات:

- (أ) وضع نظام متكامل لإدارة النفايات الطبية من مصدرها حتى التخلص النهائي منها بحيث يشمل ما يأتي:
- ١- التأكيد على أهمية فرز النفايات الطبية من المصادر (المشافي والمستوصفات) بالطائق والأساليب الصحيحة.
 - ٢- التأكيد على استخدام أكياس وحاويات خاصة، ذات ألوان وعلامات خاصة تدل على محتواها، ومصنعة وفقاً للمعايير الدولية.
 - ٣- ضرورة وجود أماكن تخزين مرحلية للنفايات الطبية في كل طابق، ومكان تخزين مركزي خارج بناء المشفى على أن يكون مجهزاً بشكل مناسب ريثما يتم ترحيل هذه النفايات.
 - ٤- التأكيد على استبدال طريقة الحرق بطرق معالجة أخرى صديقة للبيئة.
 - ٥- تطبيق برامج تدريبية متقدمة لجميع العاملين في المجال الطبي عن إدارة النفايات الطبية والأساليب الآمنة للتعامل معها.
 - ٦- اعتماد طريقة الأوتوكلاف وطريقة التحلل الحراري في معالجة النفايات الطبية.
 - ٧- اعتماد المعالجة المركزية للنفايات الطبية لتخفيض الكلفة تخفيفاً كبيراً.
- (ب) ضرورة الإسراع بمعالجة النفايات الطبية بأنواعها السائلة والصلبة في المؤسسات الصحية العاملة في المحافظة مع بيان إمكانية تقديم المساعدات الالزمة للتنفيذ من قبل الشركات العاملة في مجال النفط بالمحافظة.

ت) التأكيد على تقديم دراسة الأثر البيئي لأي مشروع مستقبلي من قبل القطاعين العام والخاص بما في ذلك المشاريع المقامة في المدينة الصناعية وذلك تأكيداً على تنفيذ قانون البيئة رقم /٥٠/ عام ٢٠٠٠.

ث) زيادة عدد السيارات الضاغطة الخاصة بنقل النفايات من المشافي والمستوصفات... إلى موقع المحرقه المركزية، تتوافر فيها شروط المتنانة والضمان الصحي والبيئي. واعادة توزيع الحاويات بالشكل الصحيح والعمل على إلغاء النقل المكشوف للقمامة عن طريق الجرارات.

ج) أن يتم عقد مؤتمر خاص بالنفايات الطبية سنوياً.

ح) تكليف لجنة الصحة والسلامة ولجنة البيئة في نقابة المهندسين بمتابعة التوصيات الناتجة عن المؤتمر وكذلك الإعداد العلمي للمؤتمر القادم.

خ) اختيار طرائق خاصة للتخلص من الرماد أو وضعه في حاويات من النوع المتين والمقاوم للنضح أو التسرب وطمره في موقع بعيدة عن مستوى المياه الجوفية.

د) من الضروري الإسراع بوضع الترتيبات والبني الازمة، وتحديد المرجعية الرسمية لإدارة النفايات.

ذ) من أساسيات الإدارة السليمة للنفايات الطبية البدء بتنفيذ إجراءات إدارية معينة داخل المنشآت الطبية والجهات المسؤولة عن الجمع والترحيل ..

ر) يجب أن تقوم المشافي وجميع المنشآت الطبية بمراقبة درجة تلوث النفايات السائلة المتولدة فيها، وينبغي تركيب محطات معالجة للنفايات السائلة في المشافي لمنع تلوث مياه الري والأنهار والبحيرات.

١- وضع الخطط والسياسات الإستراتيجية.

٢- وضع محددات بيئية قياسية سورية لنوعية الهواء والمياه والابتعاثات .. الخ.

ز) تحضير نظام تفديي لتقدير الأثر البيئي في سوريا مع تدريب ذوي العلاقة في جميع مديريات الصحة في المحافظات.

٣- إعادة النظر بمسودة القانون البيئي السوري.

٤- إعداد أنظمة بيئية قياسية تنفيذية للهواء والماء والترية ... الخ من ضمنها التدريب وكتب الإرشاد والتوعية.

٥- إعداد أنظمة تنفيذية عن كيفية إدارة النفايات الخطرة والنفايات البلدية والمواد الكيميائية مع التدريب

٦ - عمل حملات توعية بيئية شعبية لطلاب المدارس.

تعميم هذه الدراسة على مديريات الصحة ومديريات حماية البيئة والرقابة والمعنيين بشؤون النفايات في المحافظات، ليصار إلى الاستفادة منها مما يسهم في حماية البيئة وتحسين الوضع الصحي والاجتماعي للمواطنين.

البحث المستقبلي:

- ١ - إجراء بحث عن المردود الجدوى الاقتصادية للطاقة الناتجة من المحرق المركبة.
- ٢ - إجراء دراسة إحصائية عن المضار الصحية التي يتعرض لها العاملين في مجال جمع ونقل ومعالجة النفايات الطبية الصلبة.
- ٣ - دراسة الحلول البديلة لمعالجة النفايات الطبية الصلبة للمشافي، وإعادة الاستخدام والتعقيم الحراري.
- ٤ - إجراء بحث عن إمكانية استعادة المعادن الثقيلة المتواجدة في الرماد الناجم من محارق النفايات الطيبة.

مسرد المصطلحات العلمية

Health-care waste	نفايات الرعاية الصحية
Mixed Waste	المخلفات الطبية المختلطة
segregation	عملية الفرز
Infectious waste.	النفايات المعدية.
Waste (pathological)	النفايات الممرضة (الباتولوجية)
Sharps (prey and stinger) Waste	النفايات الحادة (الجارحة والواخزة)
Pharmaceutical waste	النفايات الصيدلانية
Geno toxic waste	النفايات السامة للجينات
Chemical waste	النفايات الكيميائية
compress packaging	العبوات المضغوطة
Radioactive waste	النفايات المشعة
Waste with a high content of heavy metals	النفايات ذات المحتوى العالي من المعادن الثقيلة
Environmental risks	المخاطر البيئية
Health facilities	المنشآت الصحية
Sustainable Management	الإدارة المستدامة
Medical Waste	المخلفات الطبية
system of segregation	نظام التصنيف للمخلفات الطبية
accurate Sorting	الفرز الدقيق
Green Peace	مجموعة السلام الخضر
healthy processing	معالجة سليمة
Sanitary Landfills	إجراءات الردم بطريقة صحيحة وآمنة
Open Dump	المكبّات المفتوحة

Backfill (landfill)	الردم (الطمر)
Incineration	الحرق
Pyrolytic incineration with an efficient gas cleaning	محارق البرولويتك المزودة بمصفيات للغاز
Single chamber with dust reduction	محارق ذات الحجرة الواحدة مع أجهزة تقليل الغبار
cytotoxic drugs	الأدوية السامة
Rotary Kilns incinerators	محارق دوارة ذات درجات حرارة عالية
Drum or Brick incinerato	المحارق الصغيرة الحجم
Mobile Incinerators	المحارق المتنقلة
sterilization	التعقيم
Steam Sterilisatio	التعقيم بالحرارة الرطبة
Hydroclave	الهايدروكلاف
Downloads	التحميل
Drying	التجفيف
Unloading	التفريغ
Stearothermophilus	الجراثيم وأبوااغ عصيات
Rotating arms	أذرع دوارة
Dry Heat Sterilisation	التعقيم بالحرارة الجافة
Chemical Disinfection	التعقيم الكيماوي
Storage	التخزين
Encapsulation	التخلص عن طريق التغليف في كبسولات
high-density polyethylene	مواد بلاستيكية عالية الجودة
bituminous sand	الرغوة البلاستيكية أو الرمل
Geological Isolation	العزل الجيولوجي
Deep Well Disposal	التخلص عن طريق الآبار العميقه
Recycling	إعادة التدوير

Inertization	طرق التثبيت
Composting	التحلل العضوي
Distillation	التقطير
Filtration	الترشيح
Microwave radiation	الإشعاع
Steam Boilers	المراجل البخارية
Boiling temp	درجة الغليان
SUPER HEATED STEAM	البخار المحمص
Latent heat of Vaporization	الحرارة الكامنة للتبخّر
Wet steam	البخار الرطب
SATURATED STEAM	البخار المشبع
Draught	تيار السحب
Natural Draught	تيار السحب الطبيعي
Mechanical Draught	تيار السحب الميكانيكي
Induced Draught	تيار السحب التأثيري
Forced Draught	تيار السحب القسري
Balanced Draught	تيار السحب المتوازن
Induced Draught	تيار السحب التأثيري
Forced Draught	تيار السحب القسري
Balanced Draught	تيار السحب المتوازن
Gases	الغازات
Ideal gas	الغازات المثالية
Real gases	الغازات الحقيقية
volume	الحجم
Temperature	درجة الحرارة
Pressure	الضغط

Boyle's Law	قانون بويل
CharlesLaw	قانون شارل
Gay Lussac	قانون جايلوساك
Steam-under-pressure sterilization	التعقيم بالبخار البارد
ANTAEUS GROUP	بنظام التقطيع ثم الغمر بالماء
cutting system	نظام التقطيع
Average cycle time	متوسط زمن الدورة
Average density of waste	متوسط كثافة النفايات
Microbial deactivation	الميكروبية التعطيل
Reducing the volume of waste	الحد من حجم النفايات
Sorting	الفرز
Collecting	الجمع
ID card	بطاقة التعريف
Storage	التخزين
Central storage area	منطقة التخزين المركزية
Medical waste transport Form	استماراة نقل النفايات الطبية

المراجع (Reference)

- [1] Code of practice on the management of medical wastes from hospitals, Clinics, and Related Health Care premises Dubai. Environmental protection and safety section. 2nd. Edition, May 1997.
- [2] Damath company ltd. The complete waste management company report about hospital waste management in eastern region K.S.A.
- [3] Grabber, H-G Bottenberg, P.; Hassan, A.; Lampert, F. Treatment and concern about reducing amounts of Hospital and dental wastes.
- [4] Healthcare waste management handbook by Tom Hall ETC, 1994.
- [5] International Atomic Energy Agency. Storage of Radioactive Wastes. IAEA-TECDOC-653 Vienna. July 1992.
- [6] Johannessen, Lars Mikkel. Management of Healthcare Waste, Carl Bro International a/s, Granskoven 8; DK-2600 Glostrup, Denmark.
- [7] Pawel Gluzynski et-al, 1996, Western Pyromainia Moves East, A Case Study in Hazardous Technology Transfer. Prepared for Green Peace.
- [8] World Health Organization, Eastern Mediterranean Region. Regional Guidelines for the safe Management of healthcare waste. Environmental health Department. Center for environmental health Activates (CEHA), Amman, Jordan. Jan 1998. (Final draft).
- [9] World health organization, Regional office for Europe, Healthcare waste management within hospitals, training notes for healthcare personal in central and eastern European Countries.
- [10] World health organization "Landfill", WHO Environmental Health planning Pamphlet series.
WHO Regional office for Europe, Copenhagen, Denmark, 1995.
- [11] World Health Organization "Management of waste from Hospitals and Other Healthcare Establishments". Report on WHO meeting, Bergen, Norway. WHO Regional office for Europe, Copenhagen, Denmark. 1985. ISBN 92 890 1263 3.
- [12] World Health Organization. "Regional guidelines for Healthcare Waste Management in developing Countries" (Draft) WHO, Western Pacific Regional Office Environmental Health Center, Kuala Lumpur, Malaysia, 1994.
- [13] World Health Organization, International Agency for research on Cancer (IARC) working groups, Lyon, France (IARC, 150 Course

Albert- Thomas, F-69372 Lyon Cedex 08, France; tel +33 (0) 4 72 73 84 85.

[14] World Health Organization. Managing Medical Wastes in Developing Countries, Report of Consultation on Medical Wastes management in Developing Countries, WHO Geneva, Headquarter, September 1992.

[15] World Health Organization. Programme for the promotion of Chemical Safety, WHO Headquarter (WHO, 20 Avenue Appia, CH-1211, Geneva 27, Switzerland; tel + 41 22 791 2111.

[16] Hospital Infections, fourth edition, by John V. Bennett and Philip S.Brachman, 1993, 344349, 376.

[17] APIC Text book of infection and Epidemiology, 2000 edition, 741-746.

[18] Avogadro ,A. and C., Ragaini (1994). Medical waste Treatment ,Brussels and Luxembourg: Technologies for Environmental cleanup, Toxic and Hazardous waste Management , Netherland, New York, U.S.A., P.115-159.

[19] British Standard 2646 Autoclaves for Sterilization in Laboratories, Port1, 1993, Lomdon; ISBN 580 16540X.

[20] Collins, H., Kennedy, A. (1994). The Treatment and Disposal of Clinical Waste, HHSC Handbook No. 13,P. 101-138.

[21] Gwyther, J. (1990). "Sharps Disposal Containers and Their Use", Journal of Hospital Infection, 15, 287-294.

[22] Joosten, T., Zschernack, P.; Boldt, R.: Entsorgung infektiöser Kranlenhausabfälle. In: Ali Müfit GüRTUNA (2000).Das Krankenhaus 4/1994, S.174-178.

[23] Labunska, I., Stephenson, A., (2000) "Heavy Metals and other Contaminants in Bottom and Fly Ash Generated by incinerators at Phuket, Thailand".Greenpeace Research Laboratories, Department of Biological Sciences, University of Exeter, Exeter EX4 4PS, UK, P. 25-50.

[24] OSHA, Standard for Alternative Treatment Technologies for Disposal of Medical Waste, BSR/UL 2334,2002

[25] OXID-TECH,http://www.oxid-tech.com/bio_oxidizer

[26] Pruss, A, Giroult, E and P, Rush brook (1999). Safe Management of wastes from Health-care Activities. WHO, Genev, Printed in HongKong, P. 1-150.

[27] Angri, N. (2003), Waste Incineration: A Dying Technology, Environmental Defense Fund, Washington, D.c: Island Press.

- [28] Tickell, O. and Watson, A. (1992). Hospital Waste: a case for treatment, Journal of Hospital Infection, 3, 321-322.
- [29] U.S. Medical Waste management and Disposal Markets. "Huge Impact on Alternate Sites Due To Stringent Regulatory Environment", Frost Sullivan, Mountain View, California, 2000.
- [30] Pruss, E. Giroult and P. Rushbrook. (1999). Management of waste from health – care activites. WHO. Geneva.
- [31] Control Techniques for Particulate Air Pollutants: Washington, D.C.U.S.Dep. of Health, Education and Welfare, 1969.
- [32] Michelle Allsopp, Pat Costner and Paul Johnston. (2001). Incineration and Human Health :State of Knowledge of the Impacts of Waste Incinerators on Human Health. Greenpeace Research Laboratories, University of Exeter, UK.
- [33] محمد الزهاني وأخرون، مرشد التخلص من النفايات الطبية بالمنشآت الصحية، وزارة الصحة بالمملكة العربية السعودية. 1419
- [34] النظام الموحد لإدارة نفايات الرعاية الصحية بدول مجلس التعاون الخليجي العربية 2003 م، . / ع /ك / - 2002الرقم الموحد لمطبوعات المجلس 0238
- [35] الادارة البيئية السليمة للنفايات الصلبة – المدافن الصحية كمفاعلات حيوية لدكتور المهندس باسل اليوسفى – المسؤول الإقليمي لبرامج الصناعة برنامج الأمم المتحدة للبيئة – المكتب الإقليمي لغرب آسيا
- [36] مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية – المجلد الثاني و العشرون – العدد الاول – ٢٠٠٦ " ادارة النفايات الطبية الصلبة في مشافي جامعة دمشق".
- [37] الدليل العام لإدارة النفايات الطبية في الجمهورية العربية السورية ، 1999 ، وزارة الدولة لشؤون البيئة.
- [38] مرشد التخلص الآمن من النفايات الطبية ، الزهاني وأخرون عن منظمة الصحة العالمية، المكتب الإقليمي لشرق البحر المتوسط (مراكم أنشطة صحة البيئة بعمان الأردن) الدليل الإقليمي للإدارة الآمنة لنفايات الرعاية الصحية المسودة النهائية 1998 م
- [39] فؤاد حسن صالح ومصطفى محمد أبوقرین. تلوث البيئة، أسبابه، أخطاره، مكافحته. الهيئة القومية للبحث العلمي. الطبعة الأولى. ١٩٩٢. دار الكتب الوطنية. بنغازي، ليبيا.
- [40] عبد القادر عابد وغازي سفاريني. أساسيات علم البيئة. دار وائل للطباعة والنشر. الطبعة الثانية ٤. ٢٠٠٤. عمان-الأردن.
- [41] مجموعة عثمان التجارية . المهندس الطبي عبد الفتاح ناجي دمشق – سوريا.
- [42] ندوة إدارة ومعالجة النفايات الطبية دمشق ، فندق برج الفردوس ٢٠٠٨/٨/٢٢ إعداد د. أكرم سليمان الخوري مدير عام الهيئة العامة لشؤون البيئة.
- [43] دائرة معالجة النفايات الصلبة بمحافظة دمشق.

- [44] النفايات الطبية في لبنان : خطر بلا معالجة، مصطفى عاصي.
<http://www.khayma.com/madina/lebnan.htm>
- [45] النفايات السريرية في لبنان : طبيعتها، أخطارها وسبل معالجتها، غير المنشورة، جرين بيس المتوسط.
http://www.bintjbeil.com/A/news/010625_hospitals_waste.html
- [46] Evergreen غرينبيس المتوسط تكشف نشاطات شرارة
http://www.greenpeace.org/lebanon_ar/news/details?item_id=501068
- [47] دليل الإدارية الآمنة لمخلفات الرعاية الصحية - جمهورية مصر العربية.
<http://www.hea-egypt.com/medcail.htm>
- [48] وزارة الصحة - سوريا.
<http://www.moh.gov.sy/arabic/stats/healthy%20indicators.html>
- [49] د. طاهر ابراهيم الثابت، ١٤٢١٨ http://www.arabvolunteering.org/corner/avt.htm
- [50] طرق التخلص من النفايات الصلبة ونفايات المستشفيات ، د. طاهر ابراهيم الثابت.
- [51] تقرير مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، جوهانسبرغ، جنوب أفريقيا، ٢٦ آب - ٤ أيلول .٢٠٠٢
- [52] اعتمدت جمعية الصحة العالمية في دورتها الثالثة والستين بالقرار ٢٥/٦٣ عام ٢٠١٠ .
- [53] الدكتور غازي الدروبي - تصميم الالات الجزء الثاني . منشورات جامعة دمشق ١٩٧٨ .
- [54] <http://www.azom.com/>

Syrian Arab Republic
Damascus University
Faculty of Mechanical & Electrical Engineering
Mechanical Design Engineering Department



*Thesis for a master's degree in design and
construction machinery*

Entitled
*"Developing a Mechanism for the Disposal
of Solid Medical Waste"*

Presented by
Eng. Mohamad Wael Omar Al Kayal

Supervised by

Scientific supervisor
Assistant Prof. Dr.
Khalid Sharraf

Co-Supervisor
Assistant Prof. Dr.
Mustafa ALMawalidy